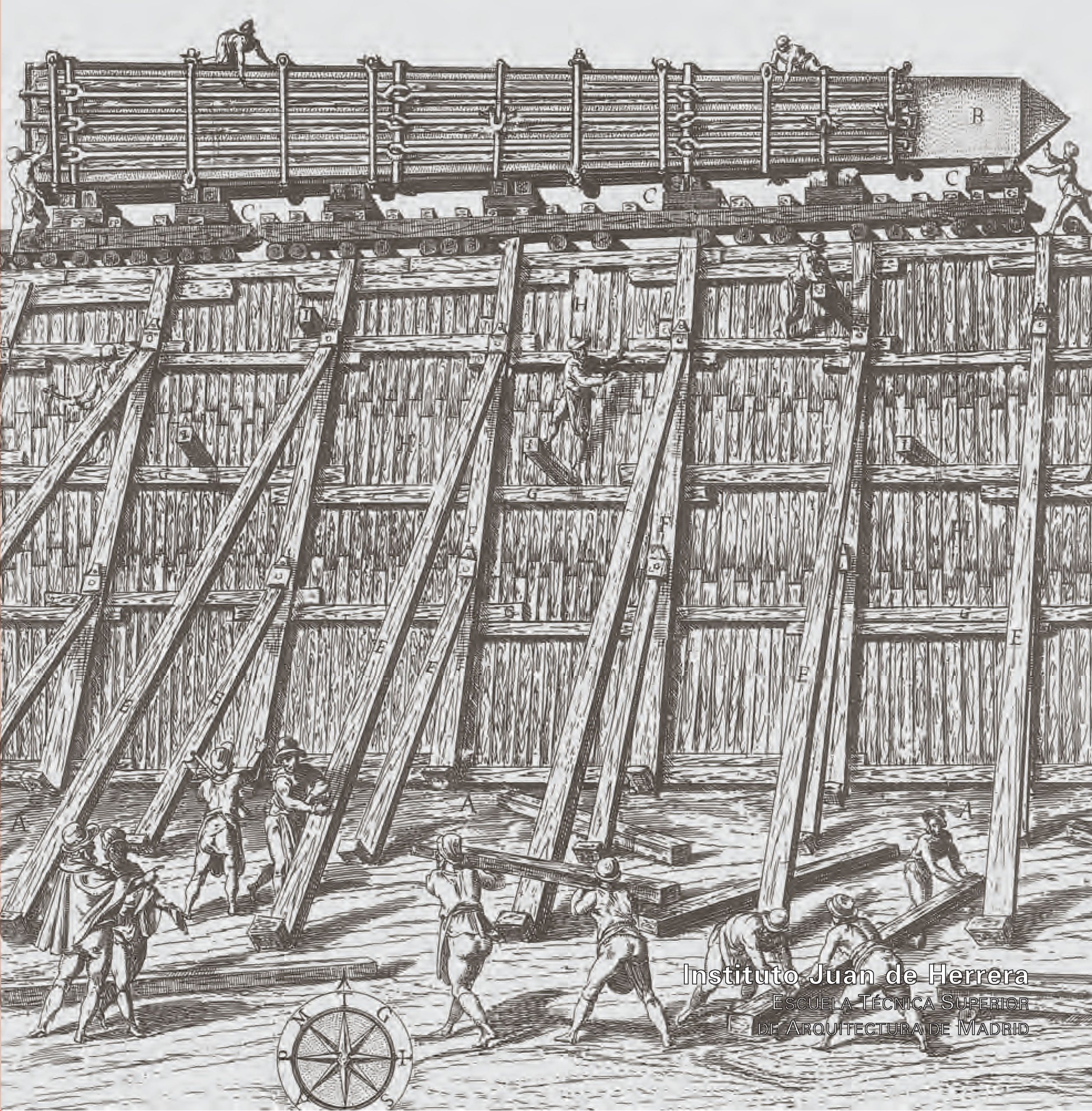
Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la construcción

Segovia, 13 a 17 de octubre de 2015

Volumen III



Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Textos sobre Teoría e Historia de las Construcciones
Colección dirigida por Santiago Huerta

M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

A. Choisy. **El arte de construir en Roma**

A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**

A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**

A. Choisy. **Historia de la arquitectura** (en preparación)

I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**

J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**

A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**

J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**

J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**

J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**

J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**

J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**

J. Heyman. **Vigas y pórticos**

S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas**

S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**

S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**

S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**

S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**

S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**

J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas** (en preparación)

J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**

H. Straub. **Historia de la ingeniería de la construcción** (en preparación)

G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**

H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**

A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**

E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**

R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13 –17 octubre 2015

Organizado por

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Instituto Juan de Herrera
Ayuntamiento de Segovia
Real Colegio de Artillería de Segovia
Archivo General Militar de Segovia
Real Academia de Historia y Arte de San Quirce

Presidente
José Antonio Ruiz Hernando

Director
Santiago Huerta

Comité Organizador

Alfredo Calosci
Paula Fuentes González
Ignacio Javier Gil Crespo
Rafael Hernando de la Cuerda
Fabián López Ulloa
Alba de Luis Fernández
Esther Redondo Martínez
Ana Rodríguez García
Fernando Vela Cossío

Comité Científico

Nacional
Antonio Almagro Gorbea
Miguel Arenillas Parra
Ricardo Aroca Hernández-Ros
José Calvo López
Pepa Cassinello
Manuel Durán Fuentes
Rafael García García
Francisco Javier Girón Sierra
José Luis González Moreno-Navarro
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Pedro Navascués Palacio
Enrique Nuere Matauco
Enrique Rabasa Díaz
Antonio Ruiz Hernando
Cristina Segura Graíño
Miguel Taín Guzmán
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragozá Catalán

Internacional
Bill Addis (Reino Unido)
Antonio Becchi (Italia)
Tamara Blanes (Cuba)
Dirk Bühler (Alemania)
Luis María Calvo (Argentina)
Antonio de las Casas Gómez (Chile)
Xavier Cortés Rocha (México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Andrés Gaviria Valenzuela (Colombia)
Ramón Gutiérrez (Argentina)
Benjamín Ibarra Sevilla (México, EE.UU.)
Ana Angélica López Ulloa (Ecuador)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Mario Mendonça de Oliveira (Brasil)
Roberto Meli (México)
Sandra Negro Tua (Perú)
John Ochsendorf (EE.UU.)
María Isabel Sardón de Taboada (Perú)
Margareth Da Silva Pereira (Brasil)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)

Actas del Noveno Congreso Nacional y
Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Segovia, 13 – 17 de octubre de 2015

Edición a cargo de
Santiago Huerta
Paula Fuentes

Volumen III

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de
Historia de la
Construcción

Instituto
Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid









ISBN:978-84-9728-547-6 (Obra completa); ISBN: 978-84-9728-550-6 (Vol. III)
Depósito legal: M-29977-2015
Portada: Transporte del obelisco vaticano. N. Zabaglia. *Castelli e ponti.* Roma: 1743.
Fotocomposición e impresión: GRACEL

Índice

Volumen I

Conferencias

Comunicaciones

Volumen II

Volumen III

Carpintería ¿mudéjar?
Castilla y León crisol de culturas

Enrique Nuere Matauco

Antes de nada quiero dejar de manifiesto mi condición de arquitecto, que no pretende ser historiador, pero tras el encuentro con la carpintería denominada mudéjar, en mi más precisa condición de carpintero restaurador, su obligado análisis me ha sumergido con frecuencia en la historia, y a lo largo del tiempo he tenido que cuestionar algunos principios generalmente admitidos como ciertos, y que de acuerdo con la lógica constructiva, y con otra serie de razonamientos más o menos intuitivos, no parecían ser tan ciertos como habían sido considerados por algunos historiadores (figura 1).

En mi primer encuentro con la carpintería denominada mudéjar no tuve el menor inconveniente en pensar que se trataba de un trabajo diseñado y ejecutado por mudéjares, algo que ni siquiera podía dudar ya que parecía obvio, aunque al empezar a investigar en lo escrito sobre el tema, pronto empezaron a surgirme dudas, fomentadas por las mismas personas que en principio no discutían dicha autoría.

Por ejemplo, D. Leopoldo Torres Balbás en su obra *Arte almohade. Arte nazarí. Arte mudéjar*, comenta:

> En la siempre paradójica y desconcertante España se da el caso curioso de la existencia de obras mudéjares hechas por artistas cristianos junto a otras contemporáneas plenamente occidentales, que lo fueron por moros. Lambert ha recordado que la capilla mozárabe de la catedral de Toledo, a cuya erección cooperaron los musulmanes Faradj y Mohamed, no ofrece en su arquitectura y ornato ningún elemento de origen árabe, mientras que la puerta y el techo de la sala capitular de dicho templo, ejecutados hacia los mismos años por artistas cristianos, son destacadas obras mudéjares.

El problema, tras constatar en más de un caso la realidad de la paradoja denunciada por Torres Balbás, consistía en tratar de distinguir qué obras carpinteras eran realmente mudéjares y cuales cristianas, problema que potencialmente se complica en función de lo que entendamos por mudéjar.

Si admitimos, como también propone Torres Balbás: «el nombre de 'mudéjar' para todas las obras realizadas en territorio cristiano peninsular en las que hay influencia de arte islámico, y para las del mismo carácter de otros países, como Berberia y la América española, derivadas de las mudéjares hispánicas», es evidente que dejamos de lado la autoría de estas obras, y así se evitan estériles discusiones, pero con independencia de esta cuestión, siempre me ha interesado saber quienes fueron los autores de tantas y tantas obras repartidas por el territorio de Castilla, y aunque en estas jornadas, estamos reduciendo el antiguo reino de Castilla a la actual Comunidad de Castilla y León, para hablar del tema no podemos olvidar la hegemonía castellana en la época de máximo esplendor de esta carpintería.

Quiero hacer una precisión importante cuando me refiero a la autoría de las armaduras carpinteras, y ahora hablo en mi condición de arquitecto que diseño proyectos que requieren diversa mano de obra para ser ejecutadas.

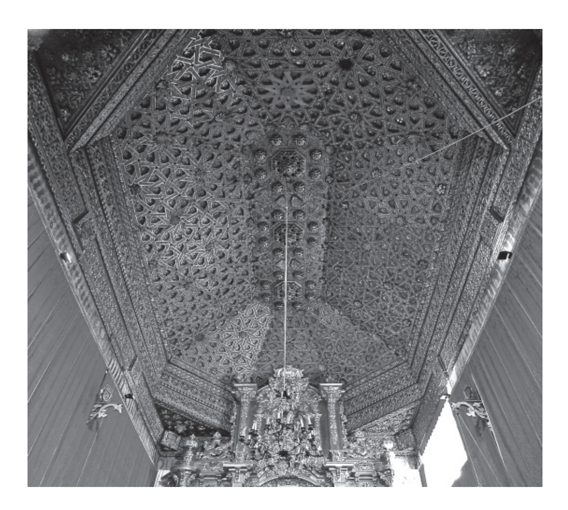


Figura 1
Artesonado de la iglesia del convento de San Antonio el Real en Segovia, S. XV

Al hablar de carpintería mudéjar, el concepto que hoy se tiene del oficio de carpintero hace difícil comprender el papel que jugaban los carpinteros entre los siglos XIII y XVII. Si nos remitimos a las ordenanzas conocidas de la época tenemos que empezar por distinguir cuatro tipos de carpinteros: «de lo blanco», responsables de todo lo relacionado con la construcción, «de lo prieto» que se ocupaban de la construcción de aperos agrícolas, carros, ruedas de molinos, etc. etc., (y no de las armaduras toscas, como aun encuentro escrito en muchos textos), los «ensambladores» o «entalladores», constructores de retablos y de aquellos trabajos de carpintería ricos en talla, por ejemplo sillerías de coro, y finalmente los «violeros» o «vigoleros» capaces de construir instrumentos musicales: desde una vihuela a un órgano.

Y dentro del gremio de los carpinteros de lo blanco el oficio se subdividía en: «carpinteros de tienda» facultados para hacer puertas, ventanas, mobiliario, es decir aquello que se podía acabar dentro del propio taller, ya que los trabajos que precisaban su salida, como una armadura de cubierta, sencilla, o la construcción de un entramado estructural, era tarea de los «carpinteros de fuera» o «de afuera». Por encima de éstos en el escalafón estaban los «laceros», conocedores del arte de la lacería, y el más alto grado era el de «geométrico».

Pues bien, si tratamos de equiparar las competencias del carpintero que alcanzaba el grado de geométrico con las de los técnicos de nuestros días, llegaríamos a la conclusión de que aquel carpintero tendría unas competencias equivalentes a las de un arquitecto que también fuera ingeniero de caminos, canales y puertos y además ingeniero de armamento y construcción, y su estatus, en alguna manera reflejaba su importante participación en la sociedad, sobre todo debió ser muy estimado entre la clase dirigente.

Quiero con esto mostrar que aunque en las zonas en las que abundó la carpintería «mudéjar», habitaran mudéjares, estos bien pudieron ejercer como peonaje en los trabajos carpinteros, pero difícilmente podrían asumir la concepción y dirección de dichas obras por las razones que más adelante expondré.

Tal vez quién más contribuyó a la creencia generalizada de una autoría mudéjar de la carpintería realizada en Castilla fuera Gómez-Moreno, quien se inició en su andadura histórica realizando varios de los primeros catálogos monumentales, precisamente en territorio castellano leones. Ávila, en 1901 sería la zona que primero recorrió Don Manuel, recabando todos los datos posibles para iniciar su serie de catálogos monumentales con el de esa provincia.

Nadie puede poner en duda la vasta erudición alcanzada por Gómez-Moreno en su dilatada vida, pero tampoco se puede pretender que antes de cumplir los treinta años sus juicios fueran infalibles, y tampoco estoy dudando de sus aciertos al juzgar todo lo que inventarió, pero sí quiero referirme a un aspecto que pudo influir en sus apreciaciones sobre la carpintería mudéjar, y me refiero a su encuentro en la Moraña abulense, con tantas y tantas armaduras de carpintería de lazo, tan similares a las granadinas, que tan familiares le resultarían con las vistas en su infancia y juventud.

Al leer sus catálogos, especialmente el de Ávila, es curioso constatar la existencia de varias armaduras que él consideraba ser mudéjares de principios del siglo XVI, en iglesias cuyo origen databa en el siglo XII o XIII, (San Segundo, en Ávila, o las parroquiales de Adanero, Burgohondo, Abroman, Fontiveros, Horcajo de las Torres, Narros del Castillo, etc.), y de hecho, el propio Don Manuel afirma lo siguiente:

> Las iglesias de la Moraña carecen de historia y de fecha; pero el hallarse miembros románicos formando parte de

> algunas de ellas, prueba que se hicieron en la segunda mitad del siglo XII; otras corresponderán al XIII, pero su misma identidad es testimonio de que, poco más o menos, todas nacieron simultáneamente.

Si no me equivoco, en toda la relación de techumbres de la provincia descritas por Gómez-Moreno, tan sólo una de las que él vio la dató en el siglo XIII: la de la desaparecida capilla de Nuestra Señora, vecina de San Martín, cuyos detalles pudo reproducir antes de que desapareciera *hecha leña o quemada*. Del resto de armaduras, o no hace mención de su fecha de construcción, o para él son sistemáticamente reconstrucciones del siglo XVI, o posteriores (figura 2).

Y aun sin necesidad de poner en duda su afirmación cabe preguntarse: ¿es que no se conservaba absolutamente nada de madera construido entre los siglos XIII y XVI? O es que tal vez para don Manuel resultara obvio pensar que, tras la conquista de Granada, precisamente a fines del XV, muchos moros se vieran obligados a dejar su tierra granadina, y muchos de ellos quedarían repartidos por los territorios que él entonces recorría, (algo por otro lado muy lógico al tratarse de una zona conocida como la Moraña), y por tanto considerara que en su nueva condición de mudéjares seguirían haciendo los mismos trabajos que tanto abundaban en su Granada natal.

Pero realmente, ¿que carpintería hubo en Granada hasta la llegada de los Reyes Católicos? En principio sería carpintería nazarí, que tras la conquista cristiana, durante un breve periodo de tiempo, se seguiría realizando para los nuevos ocupantes de los palacios granadinos, ya que esa carpintería también era habitual entre ellos desde al menos un siglo atrás. Precisamente la dinastía Trastámara, desde sus comienzos, fue la mayor impulsora de este tipo de carpintería, inicialmente supongo que pudo ser realizada por carpinteros nazaríes o mudéjares, pero pronto sería realizada por algunos carpinteros castellanos, que durante la centuria anterior ya se habrían acostumbrado a este tipo de trabajos, tal vez a fuerza de verlos en los palacios regios castellanos.

Precisamente, antes de que los Trastámaras se convirtieran en los grandes mecenas de este tipo de obras, Pedro I ya había consagrado esta forma de cubrir estancias en su Alcázar sevillano, mientras que en Toledo, su tesorero, Samuel Halevi hacía lo mismo en sus posesiones, y el rey cristiano, como buen amigo y aliado de Muhamad V, probablemente había propiciado el intercambio de estilos y técnicas entre ambos monarcas, siendo con toda probabilidad el introductor del gusto por lo islámico entre los cristianos.

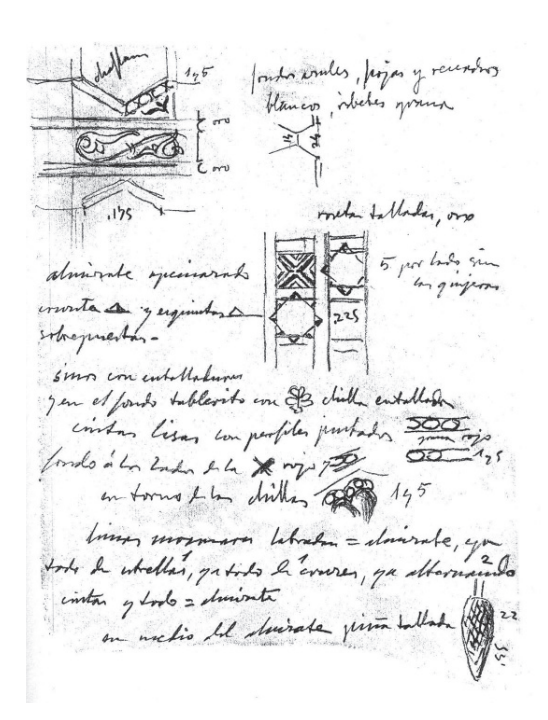


Figura 2
Santa Maria Arevalo

No es de extrañar por tanto, que los propios carpinteros cristianos, a lo largo del siglo XIV hubieran modificado su forma de construir armaduras de cubierta. De la carpintería nazarí habían aprendido a concebir sus estructuras de un modo nuevo: la decoración geométrica les proporcionaba una forma segura de construir sus tradicionales armaduras por partes, trabajando cómodamente en el suelo, con la suficiente precisión para que los elementos prefabricados se conjuntasen sin problema en la coronación de las obras. Muchas iglesias se construyeron en Granada tras la conquista, y la gran mayoría rematadas con ricas armaduras «mudéjares», pero probablemente pocos mudéjares pudieron diseñarlas o construirlas, al menos, de las que existe documentación, ésta los excluye, ya que en dichos contratos se prueba que todos fueron suscritos con carpinteros caste-

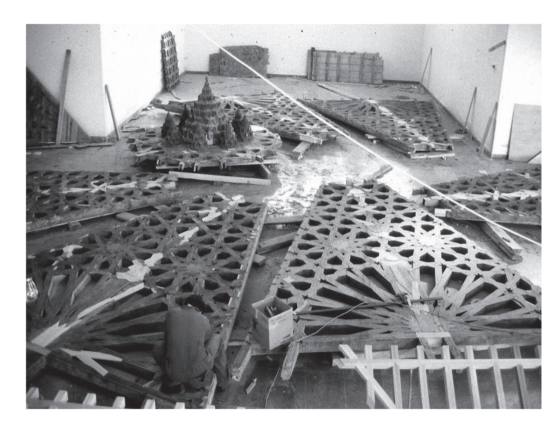


Figura 3
Armadura del ábside de la iglesia del Convento de la Merced, Granada. S XVI

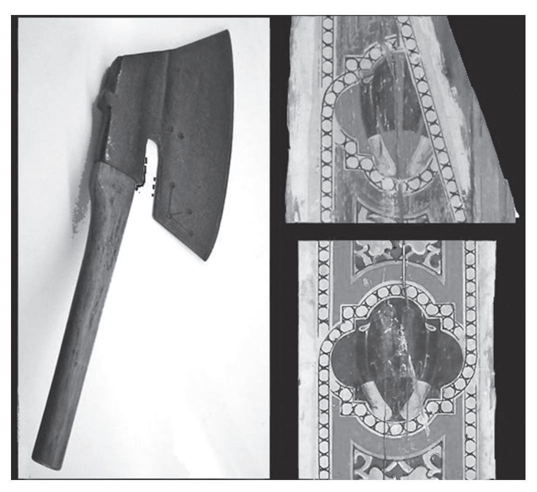


Figura 4
Hachas de escuadrar

llanos, como constató en su investigación Dolores Aguilar.[1] (figura 3).

Pero para que a partir de 1500 los carpinteros castellanos pudieran realizar tantas armaduras en las nuevas iglesias granadinas y las hicieran siempre correctamente, tenían que tener ya perfectamente aprendida su técnica, lo que presupone que a comienzos del siglo XVI, la carpintería de lazo era ya un arte totalmente dominado por los carpinteros castellanos, y como acabo de decir, para llegar a ese dominio tenían que venir practicándolo desde tiempo atrás, lo que me hace pensar que con independencia de las que hoy conocemos, ya habían construido numerosas armaduras en el territorio castellano leones, sin necesidad de ayuda alguna de carpinteros mudéjares, ni de que estos, dada su condición de sometidos, tuvieran opciones de hacerles la competencia.

Y estas afirmaciones se ven apoyadas por otras circunstancias: por un lado el estatus económico que precisaba haber alcanzado un maestro carpintero para poder concursar por la ejecución de este tipo de obras, generalmente sacadas a subasta y financiadas en gran parte por los propios carpinteros, (que incluso debían afianzar su contrato con bienes suficientes que garantizasen la buena terminación de las obras), y por otra parte, tampoco facilitaba la aparición de maestros mudéjares la prohibición, reflejada en las ordenanzas de carpinteros, de tomar aprendiz que no fuera cristiano y de linaje de cristianos limpio.

En una ocasión me he referido a la capacidad financiera de un determinado maestro carpintero, que para asegurarse unos ingresos vitalicios, puja por la construcción de un corral de comedias, el llamado «de Zapateros» de Alcalá de Henares[2] que finalmente construyó a sus expensas, lo que presupone que dicho carpintero disponía de una más que holgada economía. Por otra parte, en este momento acabo de estudiar la posible reconstrucción de una armadura bastante lujosa, que me ha hecho pensar que la había realizado un maestro carpintero para su propia residencia, ya que en vez de un tema heráldico, en su decoración, como tema principal, a modo de «escudo de armas» figuran dos hachas, pero no hachas guerreras, sino hachas de escuadrar, de un modelo que sólo pueden ser usadas por carpinteros y exclusivamente para el escuadrado de vigas o pilares. A fin de cuentas, si consideramos las aludidas competencias de un maestro carpintero cuyo grado fuera el de «geométrico», y si consideramos también su capacidad de contratar obras, y pensamos en la solvencia económica de los constructores actuales, nada de extraño podía tener que aquellos contratistas de tiempos pasados pudieran vivir en más o menos suntuosos palacios, lo que no quiere decir que ejercer el oficio de la carpintería fuera una garantía de alcanzar un alto estatus económico, como no todos los constructores actuales son Entrecanales o Florentinos (figura 4).

Todo lo anteriormente expuesto no excluye que no existiera algún mudéjar que por circunstancias de la vida hubiera podido llegar a convertirse en maestro carpintero, pero que no dejaría de ser la excepción que suele confirmar la regla. Algún caso de musulmán carpintero siempre encontraremos, como por ejemplo el constructor de la armadura del Salón del Solio del Alcanzar segoviano, (aunque la que hay actualmente no es la original, curiosamente es del mismo autor de la que se quemó en 1862), un tal Xadel Alcalde. Pero al tratarse de un encargo regio bien pudo hacerse venir desde Granada un prestigioso carpintero nazarí, algo que considero más probable que su ejecución por un hipotético carpintero mudéjar.

Con independencia de estas cuestiones, desde mi punto de vista me ha interesado más tratar de averiguar cuales fueron las aportaciones de musulmanes y cristianos en este singular arte propio y exclusivo de nuestro país, y precisando un poco más, diría que propio del reino de Castilla.

Es interesante hacer un breve repaso de la historia para comprender las circunstancias que hicieron posible este singular desarrollo artístico, y repito que como no me considero historiador me voy a permitir no entrar en grandes detalles, sino en comentar datos que tal vez puedan parecer marginales, pero que leídos entre líneas aportan nuevos puntos de vista.

Una circunstancia que pudo influir en el hábito de construir armaduras de cubierta de determinadas formas, aunque pueda parecer intrascendente, lo constituyen los enlaces regios de la época, lógicamente pensados para mantener la propia hegemonía presente y futura de cada dinastía, pero en los que entraron a formar parte mujeres de importantes casas europeas: Leonor de Plantagenet, casó con Alfonso VIII, Beatriz de Suabia con Alfonso X, Catalina de Lancaster con Enrique III, etc., etc.

Ahora bien, ¿alguien se ha parado a pensar que influencia pudieron tener estas mujeres en la forma de decorar sus palacios? Como repito insistentemente, no soy historiador y no entro a fondo en las crónicas históricas, pero no puedo dejar de mencionar que hay un estilo gótico que hemos denominado «Isabel», o que en el Alcázar de Segovia, el artesonado de la Sala de la Galera se hizo por indicación de Dª Catalina de Lancaster, al menos la inscripción de yeso que decora la parte inferior del artesonado reza lo siguiente:

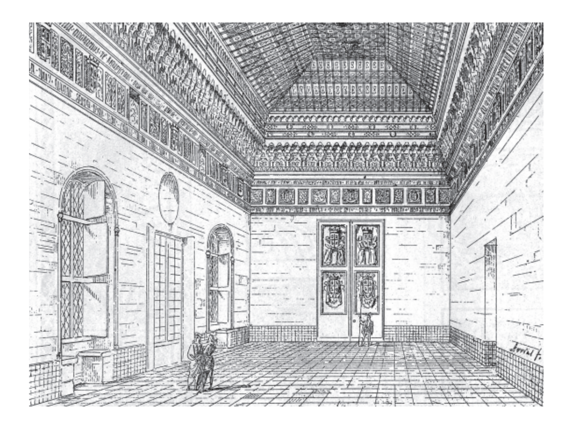


Figura 5
Sala de la galera

> Esta obra mandó faser la muy esclarecida señora rreyna donna Catalina tutora regidora madre del muy noble esclarecido señor rrey don Juhan que Dios mantenga e dexe vivir a reinar por muchos tiempos e buenos amen. E fisolo faser por mandato de la dicha señora rreyna Diego Ferandez vecero de Areualo vasallo del dicho señor rrey. Acabose esta obra en el anno del nacimiento de nuestro señor Iesu Xpo de mill cuatrocientos e doce annos. En el Nombre del Padre del Fillio e del Espiritu Sancto amen. Señor Iesu Xpo lo protesto de la vuestra sanctísima majestad que en este día e por siempre iamas yo quiero vevir e morir en la vuestra sancta fe catolica amen

¿Se hizo la obra con carpinteros locales? No nos puede extrañar que se mandaran venir artistas de otros territorios, y tanto me da que fueran del mismo territorio castellano o que vinieran de tierras musulmanas, como también podrían venir de otros reinos europeos: lo importante era que supieran hacer trabajos extraordinarios, y que una vez acabados mostraran claramente el prestigio del comitente. En relación con la posible importación de especialistas extranjeros no es la primera vez que llamo la atención sobre la indumentaria y el aspecto de los carpinteros representados en la armadura de la catedral de Teruel,[3] que me sugiere la posibilidad de que se trate de personajes venidos de tierras donde el cabello pelirrojo fuera frecuente, y no serán precisamente tierras del sur de Europa.

A la hora de valorar influencias europeas tampoco podemos ignorar la importancia que tuvo el Camino de Santiago: como botón de muestra puedo poner un

ejemplo que encontré cerca de Castrogeriz: se trata de un forjado de madera construido al modo que se hacía en Francia, es decir separando las vigas una distancia igual a su grueso; en el lenguaje de los carpinteros franceses «Tant plein que vide», algo realmente excepcional en la carpintería castellana, acostumbrada a separar las vigas de sus forjados exactamente una distancia igual al doble de su grueso, que por otra parte resulta ser la que proporciona el mejor rendimiento a la sección de madera empleada.

No menos importante es la relación que existe entre la forma de organizar las armaduras de cubierta de los países del norte de Europa, y la denominada carpintería mudéjar. En ambos casos se trata de armaduras de par y nudillo, realizadas de forma similar, algo que podría pensarse que se trataba de una simple coincidencia si no fuera por existir más argumentos que confirman su raíz común.

En efecto, de la carpintería practicada por carpinteros castellanos en los siglos XVI y XVII, podemos conocer su técnica gracias a escritos de la época, principalmente los de López de Arenas y de fray Andrés de San Miguel. Lo más interesante de esos textos trata sobre el manejo de tres cartabones con los que el carpintero era capaz de realizar una armadura, por compleja que fuera, sin necesidad de dibujar planos de la misma, ya que con dichos cartabones se podían determinar las medidas de cada pieza, y también los complejos ángulos de corte precisos para unirse entre ellas.

Por una serie de razones, que intuyo, pero que no viene al caso exponer ahora, esta forma de organizar las armaduras carpinteras fue cayendo en desuso a partir del siglo XVIII, y en nuestros días, las recetas que contenían esos manuscritos eran consideradas casi como secretos del oficio que sus autores no habían querido desvelar.

Lo que no podía imaginar cuando desentrañé dichos «secretos», es que podía haber utilizado otra fuente para desvelarlos. Bastaba leer cualquier libro americano actual sobre carpintería, precisamente la que practican habitualmente los carpinteros que construyen la mayoría de las viviendas unifamiliares en los Estados Unidos, para encontrarme de nuevo con los cartabones medievales, ahora con el nombre de «raftersquare», (literalmente escuadra de pares), y la misma forma de concebir y ejecutar armaduras de cubierta, levantadas sin necesidad de dibujar plano alguno; también descu-

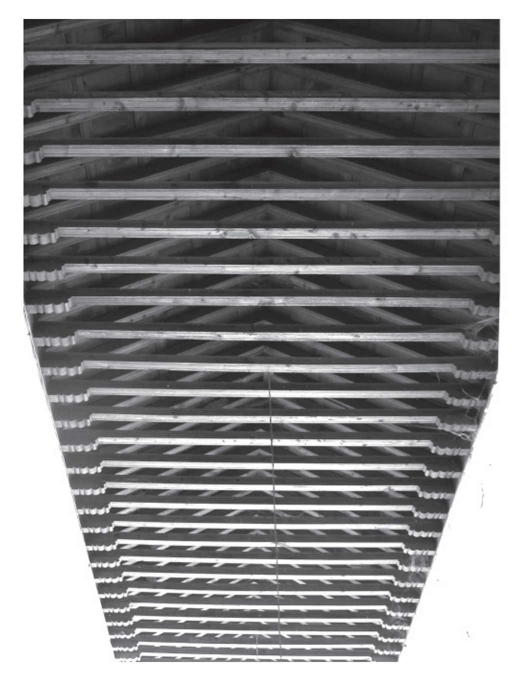


Figura 6
Zimmermann. Imagen S. XVII

briremos que en Estados Unidos los actuales constructores de casas son los carpinteros, (naturalmente me refiero a la vivienda unifamiliar), del mismo modo que el carpintero de armar en Alemania se sigue llamando Zimmermann, literalmente el hombre que hace habitaciones (figura 6).

Es curioso constatar que habiendo sido los castellanos los primeros que llevaron su carpintería al nuevo continente, también allí se perdiera su tradición y tuvieran que ser carpinteros anglosajones quienes, portadores de sus propias técnicas, perpetuaran esta forma de construir en el territorio americano.

Lo que para mi es innegable es el papel de crisol de técnicas que tuvo Castilla en este proceso, amalgamando la técnica carpintera de los países del norte de Europa con la geometría decorativa islámica, creando un modelo de carpintería nuevo que se



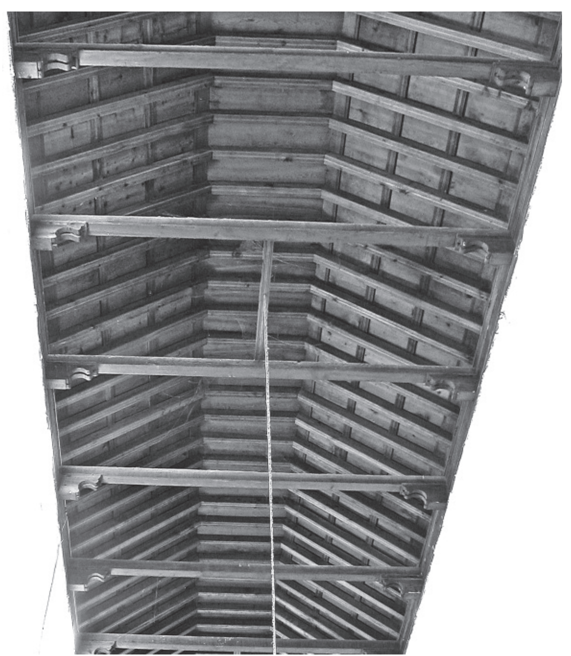


Figura 7
Mezqutia de Qarawuiyin, Fez

afianzaría con enorme fuerza debido a la eficacia que proporcionó a los carpinteros en sus trabajos, y que yo prefiero denominar carpintería de lazo en lugar de mudéjar, y por supuesto, también gracias a la vistosidad del sistema, en el que los propios elementos estructurales pasaban a convertirse en parte de una compleja trama geométrica formada por parejas de cintas entrelazadas que se desplegaban por todo el conjunto estructural, formando un laberinto de estrellas misteriosamente relacionadas entre sí.

Ahora bien, cabe la pregunta: la carpintería castellana y su precursora la nazarí, ¿eran la misma o existía alguna diferencia entre ellas? Para el espectador que contempla estas obras ya acabadas es difícil dar una respuesta ya que su aspecto, visto desde las estancias por ellas cubiertas, puede llegar a ser idéntico. Hay que acceder a su trasdós para empezar a encontrar diferencias. Diferencias que en los más primitivos ejemplos conocidos llegan a ser tan sutiles que tampoco son fáciles de detectar, pero que con el paso del tiempo, especialmente tras la conquista de Granada, se empiezan a hacer más patentes.

Inicialmente, la carpintería nazarí se dedicaba a construir falsos techos que podían ser suspendidos de un forjado de piso, con el simple fin de ocultar su tosquedad, o en el caso de que tratasen de decorar un austera bóveda de ladrillo o de tapial, su estructura, inicialmente plana, podía convertirse en un complejo conjunto poliédrico, que a partir de determinadas dimensiones ya habría de concebirse como una auténtica estructura autoportante. Por otra parte, estos carpinteros nazaríes tuvieron que conocer las armaduras que ya se realizaban en el territorio peninsular desde antes del 711, por lo que tampoco es improbable que, usando o no la técnica de los castellanos, también llegaran a construir armaduras de cubierta, similares, pero tal vez no idénticas las de estos últimos, y que en su interpretación de lo hecho por castellanos buscaran sus propias soluciones, acordes con su forma de concebir su propia carpintería. Del mismo modo, carpinteros castellanos pudieron copiar algo de lo hecho por los carpinteros musulmanes, tal vez por representar alguna ventaja respecto a sus formas de hacer tradicionales. Tal podría, ser por ejemplo, el

ensamble entre pares y nudillos, que se hace habitual en la carpintería castellana, pero sin embargo, es inexistente en la carpintería europea.

Si queremos investigar lo acaecido antes de la aparición de la carpintería de lazo tropezamos con la falta de ejemplos originales suficientes que hayan sobrevivido al paso del tiempo, (o al menos que tengamos la certeza de ser originales), pero disponemos de algunos datos que pueden hacernos pensar en influencias mutuas entre cristianos y musulmanes.

Conozco armaduras musulmanas que me sugieren una reinterpretación de las de par y nudillo, tal vez en un intento de copiar algo visto y recordado, pero sin llegar a comprender la técnica que lo hacía posible: por ejemplo una armadura de la llamada Casa del Temple, en Toledo, hecha de modo similar a las que cubren las primeras naves construidas en la mezquita Qarawuiyin de Fez. Se trata de armaduras de parhilera, como las realizadas en el mundo cristiano, (por ejemplo, en las iglesias mozárabes castellano leonesas), pero en las que no supieron prescindir de un tirante por cada pareja de pares. Más tarde, en la propia Qarawuiyin, alguien aprendió la forma racional de construir estas armaduras y las naves de una fase posterior ya son de par y nudillo, idénticas a las realizadas en Castilla (figura 7).

Antes me he referido a posibles aportaciones islámicas a la armadura castellana de par y nudillo, concretamente al ensamble entre pares y nudillos, precisamente dicho ensamble hacía posible el montaje de las armaduras por tramos independientes, (tal como los nazaríes ya construían sus falsos techos), y precisamente esta posibilidad de modular las armaduras por elementos de dimensiones manejables y que se trabajaban en el suelo, en vez de en la coronación de la obra, era viable gracias al empleo de un ensamble semejante, que fue sin duda la gran ventaja de este sistema y lo que hizo afianzarse esta forma de construir en toda Castilla.

Una vez consolidado el sistema entre los castellanos, empezaron a manifestarse poco a poco las diferencias entre una y otra carpintería, y donde más se iba a acusar esta diferencia era en los trazados geométricos utilizados. Mientras que en los trabajos en madera islámicos cabía cualquier tipo de desarrollo geométrico, los carpinteros castellanos se limitaron a usar un escueto repertorio: el que resulta de emplear tres diferentes ruedas de lazo: la de ocho brazos, la de nueve, o la de diez, y por supuesto, con sus correspondientes ruedas desculatadas. Es por eso que basta un golpe de vista para excluir determinados diseños geométricos realizados en madera del repertorio utilizado por los carpinteros castellanos.

Se podría pensar que la limitación de esquemas geométricos produciría una agobiante monotonía, al ser utilizadas una y otra vez a lo largo de varios siglos, pero nada más lejos de la realidad. Baste comparar una serie de ejemplos de armaduras castellanas basadas en la rueda de nueve brazos y su desculatada de doce, para darse cuenta de las posibilidades que ofrece este simple tema geométrico.

El uso del motivo de ruedas de nueve y doce brazos, a pesar de haber sido abundantemente utilizado, plantea complejos problemas de ejecución en armaduras resistentes; me refiero a aquellas en las que el trazado geométrico está totalmente integrado en los propios elementos estructurales de la armadura, y de hecho, este motivo se utilizó con mucha frecuencia en armaduras en las que la traza geométrica se separaba de los elementos estructurales mediante una tablazón intermedia, algo muy similar a lo que era más habitual en la carpintería nazarí, pero en Castilla también encontramos estructuras en las que este trazado de nueve y doce formaba parte de los propios elementos estructurales, como por ejemplo en la armadura de cinco paños de la iglesia del convento de Santa Clara de Tordesillas, o en las más antiguas armaduras de la nave de la iglesia de San Nicolás, en Madrigal de las Altas Torres.

Pero hay otra diferencia, aunque en realidad es muy difícil apreciarla sin conocer la forma en que generaban los trazados los distintos carpinteros. Mi primer trabajo publicado sobre esta carpintería,[4] referido al trazado de lacería con el uso exclusivo de cartabones, interesó especialmente al recientemente fallecido Christian Ewert, por ser la primera vez que encontraba una documentación sobre semejante forma de realizar los trazados geométricos en el mundo islámico. Más tarde, gracias a los trabajos de Andree Pacard, quien llegó a conocer la forma de trabajar de los maestros carpinteros marroquíes, por haber colaborado con ellos durante varios años, (y que aun realizan trabajos de carpintería similar a la que se realizaba en la Granada Nazarí), descubrí nuevas formas de llevar a cabo estos diseños, conservadas en los cuadernos de trazas que estos carpinteros se pasaban de padres a hijos, trazados en los que no era preciso el uso de los cartabones cristianos, y del mismo

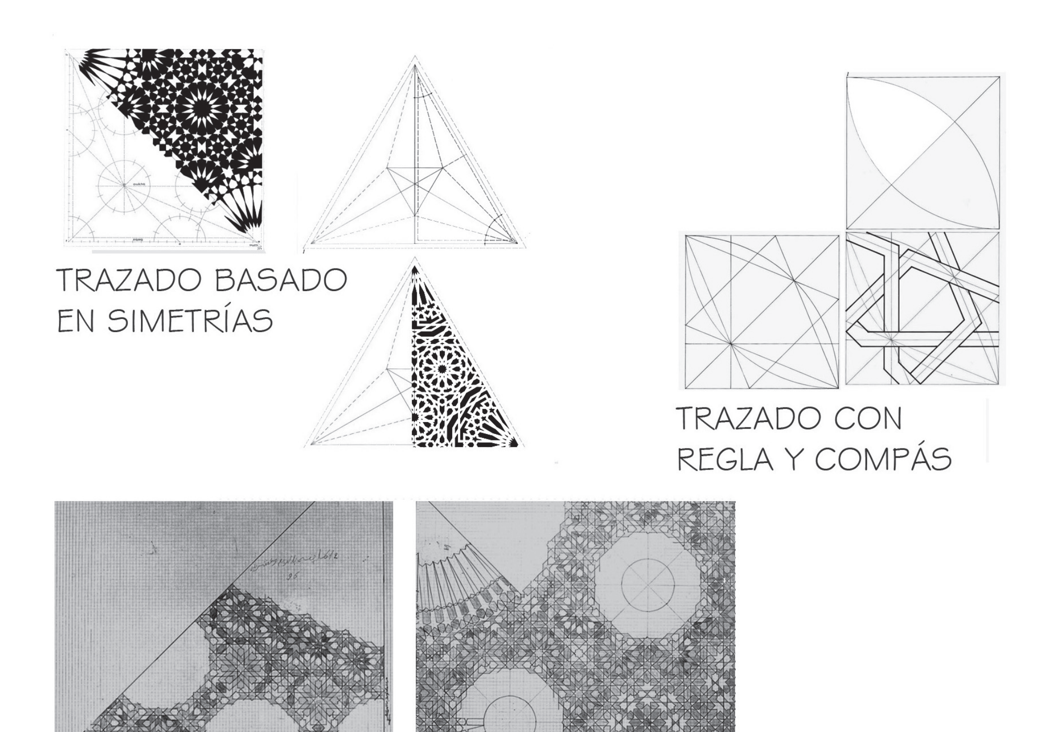


Figura 8
Trazados

modo, muchos estudiosos de la geometría islámica plantean diversas formas de generarlos que tampoco requieren el uso de ningún tipo de cartabón, por lo que ese posible uso exclusivo de los cartabones, para realizar los trazados de lacería por los cristianos, enlaza de nuevo con el uso de cartabones que carpinteros de origen europeo empleaban en la concepción de sus armaduras (figura 8).

No hay que olvidar que la carpintería castellana heredera de la europea, antes de caer en la influencia geométrica islámica, ya requería un importante conocimiento geométrico, el mismo que había sido preciso para desarrollar un manejo de los cartabones tal, que sin necesidad de planos, el carpintero fuera capaz de cortar todos y cada uno de los elementos que habían de componer la armadura de la cubierta que realizaban. Fue tal vez este conocimiento geométrico previo, el que hizo posible que aquellos carpinteros medievales fueran capaces de asimilar rápidamente un sistema decorativo geométrico tan complejo como el iniciado por los carpinteros nazaríes en Granada. Otro dato: los carpinteros norteamericanos, con su moderno cartabón, (la rafter square), también pueden dar los cortes precisos para ensamblar sus maderas según los ángulos de cualquier polígono regular, como se puede comprobar en el pequeño manual de uso que acompaña la mencionada escuadra, por lo que es lógico pensar que sus antecesores europeos también tendrían sus cartabones para el corte de cualquier ángulo, ya fuera para realizar polígonos regulares en madera, o polígonos estrellados como requería la geometría nazarí.

Nada más fácil por tanto para un carpintero castellano que aplicar sus propios cartabones para trazar los diseños geométricos islámicos, pero siguiendo sus innovadoras propias reglas, algo que explica que

sobrios carpinteros castellanos fueran capaces de incorporar la compleja geometría musulmana en sus obras, y que además no se conformaran con la simple copia de aquellos trabajos, sino que fueran capaces de crear su propio repertorio, aplicable con ventaja a las construcciones que realizaban habitualmente.

Pero por otra parte, ese dominio de la geometría, propio de estos carpinteros, me sugiere que tal vez, antes de entrar en contacto con la geometría islámica, habrían podido utilizar estrellas de ocho puntas como tema decorativo de sus armaduras. Como antes decía, no tenemos ejemplos tan antiguos que permitan asentar esta suposición, ya que las armaduras primitivas con algo de lacería que aun permanecen en pie son contemporáneas de las nazaríes, pero la rápida asimilación de los motivos islámicos sugiere tal posibilidad. Y no sólo esa fácil asimilación, también el hecho de que la compleja geometría islámica pudiera ser asimilada y reconvertida en otra forma de usarla, tan diferente de la nazarí en muchos de sus detalles técnicos.

Estas diferencias ya las detectó Prieto y Vives, (gran estudioso de la geometría islámica), al suponer que en los trazados de ruedas de ocho realizados por carpinteros castellanos se cometían errores: «...pero en la carpintería se aumentaba, quizá sin darse cuenta, la dimensión QP, para que la distancia entre los dos centros, A y B, fuese cuatro unidades justas, en vez de 3.91 que resultaría el trazado correcto» en este texto Prieto y Vives está comparando el trazado correcto musulmán con el realizado en la carpintería castellana, en la que los carpinteros eran muy conscientes de que la única forma de integrar las ruedas de ocho en estructuras de pares equidistantes, era hacer que los centros de las ruedas de lazo de la composición coincidieran con la distancia interejes de los pares de la armadura, sin preocuparse en este caso de mantener las reglas ortodoxas del trazado de ruedas.

Sin embargo, algún carpintero castellano, que forzosamente había de conocer la regla de trazado a la que se refería Prieto y Vives, decidió respetarla, y como consecuencia de ello apareció una nueva forma de la aspilla que enlaza ruedas vecinas, como ocurrió en el caso de la iglesia toledana de Méntrida, o en la también toledana de Mocejón, (aunque esta última no es directamente contemplable ya que se encuentra oculta por una falsa bóveda tabicada) (figura 9).

Hay suficientes elementos diferenciadores para poder afirmar que hubo dos carpinterías: una nazarí y otra castellana. Durante el siglo XIV muchas de estas obras se podían confundir, ya que durante este periodo se estaban influyendo mutuamente, pero con toda seguridad, muy poco tiempo después de la conquista de Granada tan sólo permanecerá la carpintería castellana, y es tal la cantidad de obras realizadas en el territorio del antiguo reino de Castilla, que aun podríamos ir diferenciando distintas tendencias y técnicas carpinteras, ya que fueron muchas las regiones en que se construyeron este tipo de armaduras, y muchos los años durante los que se realizaron.



Figura 9
Armadura oculta. Mocejón, Toledo

Uno de los principales problemas que plantea el estudio general de la auténtica carpintería castellana es el protagonismo de la de lacería, ya que su vistosidad ha condenado al olvido de todas las restantes realizadas al mismo tiempo en Castilla, haciendo que sólo nos ocupásemos de la denominada «mudéjar» lo que ha llevado a afirmaciones tan absurdas como la de presuponer en muchos casos que madera podía ser sinónimo de mudéjar. Hasta el momento actual, en la denominada carpintería «mudéjar» se distinguían dos formas de ejecutarlas: las armaduras apeinazadas y las ataujeradas, pero nos olvidamos de encuadrarlas previamente en los sistemas constructivos en que se basaban: todas ellas las debemos incluir en las armaduras denominadas de par y nudillo, con independencia de que se tratara de armaduras a dos, cuatro o más aguas, y de que fueran de tres, cinco o más paños, y por supuesto, de que tuvieran o no trabajos de lacería. Así encuadradas no nos sorprendería tanto su directo parentesco con las armaduras del norte de Portugal, mucho más libres de la sospecha de mudejarismo, aunque no faltan allí botones de muestra, con algunas armaduras de lazo realizadas al otro lado de la frontera.

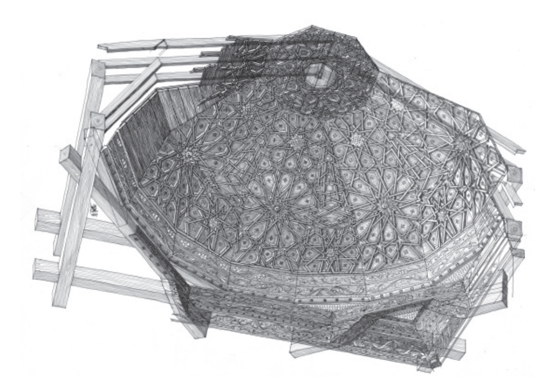


Figura 10
Armadura ataujerada en la iglesia parroquial de Cisneros

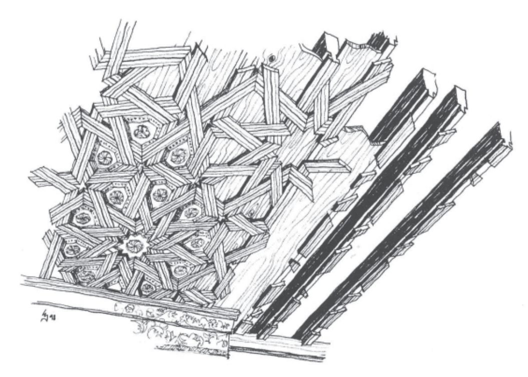


Figura 11
Detalle de una gualdera de la iglesia parroquial de Macotera, Salamanca

Si nos centramos en un apartado que comprendiera la carpintería de lazo tal como hoy se estudia, sus obras las encuadraríamos en dos diferentes tipos: las primeras, denominadas apeinazadas, que eran aquellas compuestas por pares enlazados entre si mediante peinazos, y cuyos elementos estructurales se rebajaban localmente de acuerdo con la traza geométrica elegida, de modo que posteriormente permitan completar el trazado geométrico elegido con taujeles, piezas recortadas de tal forma que simulan un entrelazado que compone el trazado geométrico escogido para el conjunto. Estas armaduras se organizaban en módulos de más o menos pares, (en función de que el peso de cada subconjunto permitiera su manejo), y se reunían en lo alto de los muros sobre el correspondiente estribado previamente preparado, (tanto para la contención final de los empujes de la armadura, como para facilitar el propio montaje).

Una característica esencial de estas armaduras de lacería apeinazadas era la supresión de la lima tradicional, ya que su existencia impedía la posible prefabricación. Para resolver el problema surgió la lima doble o mohamar, esta sería sin muchas dudas otra de las aportaciones de la carpintería nazarí a la castellana, ya que se trata de otro de los aspectos inexistentes en la carpintería europea.

En cuanto al otro grupo, estaría compuesto por las denominadas armaduras ataujeradas, su estructura quedaba oculta por un entablado sobre el que se clavaban los taujeles, encargados de conformar el trazado de lacería, ahora con total independencia de los elementos estructurales. Por lo general, al estar los pares unidos por la tablazón que serviría de soporte a los taujeles, estas armaduras carecían de peinazos, pero también se construían por módulos que se conjuntaban posteriormente en lo alto de la armadura (figura 10).

Pero con estos dos únicos tipos no abarcamos todo lo realizado en la carpintería que desde ahora voy a preferir llamar castellana, ya que ni el término mudéjar, ni el de lazo o lacería, sirven para denominar el importante legado arquitectónico que tuvo su origen durante el periodo en que todo el territorio español fue el reino de Castilla.

Eso nos permitirá distinguir otra forma de hacer carpintería, incluso entre las que podemos seguir denominando de lacería ya que he encontrado ejemplares de un nuevo tipo que no se puede incluir en ninguno de los dos anteriores, uno de ellos en la capilla de San Ildefonso de Alcalá de Henares, y otro en la salmantina localidad de Macotera, en la iglesia de la Virgen del Castillo. Y sin duda descubriré muchos más del mismo tipo, cuando vaya interviniendo en más armaduras, ya que lo intuyo en algunas al verlas desde su intradós, pero sin poder confirmarlo al no ser accesible su trasdós (algo imposible si no se desmonta la teja que lo oculta).

Se trata de una solución intermedia, entre la apeinazada y la ataujerada: los pares no están unidos entre si por peinazos, pero sí forman parte de la trama de lacería que decora la armadura. Tampoco pueden estar recubiertos de una tablazón donde clavar los taujeles,

ya que de ser así dicha tablazón ocultaría la cara vista de los pares. Los taujeles que completan el trazado geométrico se han de clavar en tablas que van entre par y par, engargoladas en sendas ranuras que se practican a cada par en sus bordes inferiores (figura 11).

Por otra parte, también deberíamos considerar toda una gran serie de armaduras que, o no son totalmente de lacería pero tienen algo de ella, (a veces el almizate, más o menos cuajado, en otras algún elemento marginal), y otras veces no existe nada de lacería, pero su técnica constructiva es exactamente la misma que sirve de soporte a las anteriores.

Aun tenemos otras soluciones carpinteras directamente emparentadas con las anteriores, incluso con grandes alardes geométricos, pero ahora de clara traza renacentista, en la que los carpinteros querían ponerse al día, a juego con las nuevas corrientes que poco a poco, pero inexorablemente, se iban imponiendo en la sociedad.

En estas armaduras, lógicamente más tardías, se condensa toda la experiencia adquirida en la adopción de los modelos musulmanes, por una parte el ensamble entre pares y nudillos, por otra la duplicidad de la lima.

Construir una compleja estructura poliédrica renacentista ya no planteará grandes problemas al carpintero, perfectamente acostumbrado a utilizar las trazas geométricas basadas en las ruedas de lazo, como sistema conformador de los diferentes paños que constituyan el conjunto, en estos casos bastaba sustituir las redes propias de las ruedas de lazo, por patrones poligonales más simples, cuadrados, triángulos, octógonos, etc. etc. más acordes con los nuevos modelos renacentistas. El ensamble de pares y nudillos seguirá siendo válido ya que estas estructuras seguirán prefabricándose, algo muy importante a la hora de complicar el acabado del trabajo, ya que obviamente éste se hace mejor en el suelo que en lo alto de un edificio.

En cuanto a sus limas, seguirán siendo dobles pero con una peculiaridad, ya no se separaran entre si, lo que las hará aparecer como una lima única, a lo que ayuda la profusión de tallas, que al sobreponerse en la cara de los distintos componentes de la armadura, ocultan esas uniones entre las limas, haciendo aparecer el trabajo como aun más complejo de realizar de lo que realmente es (figura 12).

Y por supuesto no he mencionado un elemento que va arraigar firmemente en la carpintería castellana: los mocárabes. Y no sólo se va a adoptar y prohijar, también se transformará hasta convertirse en un conjunto de piezas seriadas que se pueden combinar de infinitas formas para resolver multitud de problemas, ya decorativos, ya de ajuste, principalmente para compatibilizar trazados incompatibles, pero no me voy a extender en este tema ya que sería necesario todo el tiempo de otra intervención, simplemente quiero dejar constancia de la importancia que este recurso, de raíz profundamente islámica, llegó a alcanzar en la carpintería castellana, transformándose en un producto carpintero con características propias, nuevamente fruto del papel de crisol que Castilla tuvo al fundir formas y tendencias tan dispares en una singular joya de la arquitectura medieval, como fue la carpintería que hemos dado en llamar mudéjar.

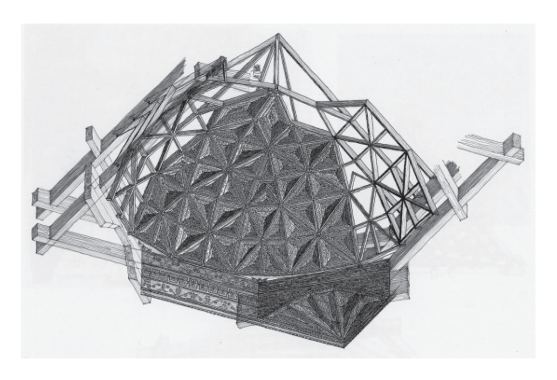


Figura 12
Armadura de la iglesia parroquial de Otero de Sanabria

Notas

1. Maria Dolores Aguilar García. «Arte mudéjar en Málaga, aspectos económicos». *Actas del IV Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel, 1990
2. Enrique Nuere. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco*. Editorial Munilla Lería. Madrid, 2001
3. Enrique Nuere. «Geometría del lazo y carpintería». (Prólogo del facsímile de «El lazo en el estilo mudéjar – su trazado simplicista-» de José Galiay Sarañana.) *Cuadernos de arquitectura de la Cátedra «Ricardo Magdalena»*.
4. Enrique Nuere. «Los cartabones como instrumento exclusivo para el trazado de lacerías». *Madrider Mitteilungen*, 23. Editorial Philipp von Zabern. Mainz. 1982
5. Prieto y Vives. *El arte de la lacería*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. 1977

Reflexiones sobre la enseñanza politécnica y la ingeniería civil en el Brasil

Mário Mendonça de Oliveira

Este tema es de mucha importancia para los profesionales de ingeniería y arquitectura, ya que vinieron siendo estudiados por algunos estudiosos brasileños, como Nireu Cavalcante, Paulo Pardal y principalmente, por el profesor Pedro Carlos da Silva Telles, en su conocido trabajo «Historia da Engenharia no Brasil» (Silva Teles 1994). En virtud, de las múltiples implicaciones sobre el tema, y de las profundas raíces históricas de la formación de esos profesionales, no está demás traer, contribuciones que puedan ayudarnos a reflexionar sobre los problemas, de manera más amplia, obviamente, dentro de las dimensiones y de la finalidad de este texto. Silva Telles dice:

> O ano de 1810, quando foi fundada a Academia Real Militar, de onde descende, em linha direta, a famosa Escola Polytechnica do Rio de Janeiro é, muitas vezes considerado como sendo o do início do ensino da engenharia no Brasil. Entretanto, muitos antecedentes teve esse ensino, em datas bem anteriores, podendo-se hoje afirmar que este ensino começou de forma regular em 1792 (Silva Teles 1994, 83).

Mismo no estando totalmente de acuerdo con esta afirmación, reconocemos que el autor se refiere, con propiedad, a los sin números antecedentes y es justamente sobre ellos que queremos reflexionar.

En primer lugar, y recordando que fue en Bahía, todavía como la «Cabeza del Brasil», donde funcionó una de las primeras aulas de ingeniería militar en la que se enseñaba, igualmente, ingeniería civil y arquitectura. Como es de conocimiento de los expertos, estas aulas fueron creadas a través de la Carta Regia el 15 de Enero del año 1699.[1] Algunos incautos, entretanto, repiten, hasta hoy, lo que en otros tiempos fue difundido por los escritos del entonces Coronel Pirassinunga, del General Lyra Tavares y de otros, sugiriendo que, incluso con la Orden Régia de 1699,[2] el Aula Militar no funcionó en Bahía: «Conquanto representasse esta Carta, como que uma ordem taxativa, não foi ela executada em nenhuma Capitania à excepção da do Rio de Janeiro onde, desde 1698, como vimos, havia preocupação constante naquele sentido» (Pirassinunga 1958, 79-80).

Ahora, tanto el Aula Militar de Bahía cuanto la de Pernambuco, habían iniciado sus actividades, de manera informal, incluso antes de la Orden Régia de 1699. Carlos Ott transcribió las ordenanzas del Gobernador General, datadas el año 1696, donde se puede leer: «O Capitão Engenheiro José Paes Esteves venha todos os dias à tarde, à casa que tenho destinada junto ao Corpo da Guarda [ilegíble] ensinar aos oficiais e soldados e mais pessoas, que quiserem aprender e dar lição da castramentação e da fortificação» (Ott 1959, 135-139).

Es probable de que esta enseñanza haya acontecido, de manera informal, hacia un tiempo atrás, debido a que el capitán Antonio Correia Pinto, antecesor de Paes Esteves, quien había sido recomendado para servir en Brasil, y declarado apto para enseñar sobre fortificaciones. Lo más interesante, en relación a la creación de la enseñanza formal de la ingeniería y la

arquitectura, fue la autorización real para las Clases de Arquitectura [Militar] formalizada en la Carta Régia el 6 de Marzo del año 1713, encaminada al gobernador Pedro de Vasconcellos. De ella transcribiremos trechos, por considerarlos significativos: «Vi a conta q. me destes da rezolução q. tomastes em mandar abrir Aulla da Arquitetura e ordenar o Capitão engenhr.º Gaspar de Abreu dictasse postilla á qual acudia bastante gente». Posteriormente, demostraremos el interés Real en la continuidad del emprendimiento, cito el texto: «e quando faltasse o lente ordenareis ao Thenente general Engenh.ro continue nella, p.ª q. não falte em nenhum tempo este ensino e também vereis, se por bom modo, podeis inclinar alguns nobres, e ainda aos cabos e mães (como en el original) officiaes a q. se apliquem á mesma arquitetura militar».[3, 4]

El Capitán Gaspar de Abreu falleció, en el año de 1718, como Sargento-Mayor. Iría a destacarse después, como profesor del Aula de Bahía, Nicolau Abreu de Carvalho, que llegó como capitán, recomendado por el ilustre General de Brigada Manoel de Azevedo Fortes, ingeniero del Reino. Pasó el resto de su vida en tierras brasileñas, lamentando que los últimos años de existencia, fue poco útil a la profesión y al Aula Militar, debido a la ceguera.[5]

Fue en esta aula que enseño el primer profesor realmente brasileño, de arquitectura e ingeniería, el Sargento-Mayor José Antonio Caldas, nacido en la ciudad de Salvador, Freguesia de S. Pedro, en la calle que va para el hospicio de Jerusalén, alumno predilecto del Coronel Ingeniero Manoel Cardoso de Saldanha, su antecesor.[6] El Curso de Caldas, en el Aula Militar de Bahía, destinaba tres días en la semana para estudios teóricos, y otros tres para aplicaciones al diseño de proyecto. Esta última actividad, por lo tanto, solo tenía inicio después que los discípulos mostraban habilidades profesionales en «aritmética y buena parte de la geometría». El curso completo, con todo, implicaba el estudio de gran número de tópicos, lo que, seguramente, era muy laborioso, tanto para quien aprendía, como para quien enseñaba:

> As materias q'. tenho ditado, ensinado, e explicado na dita Academ.ª sam Arithmetica, Algebra, Geometria Elementar, Trigonometria, Geometria pratica onde alem de tratar da Longemetria, Altimetria, Planimetria, Stereometria, Geodezia, e Pantometria, se tratou tambem do nivelamento, Arpentage, e medisam das obras de Cantaria, Alvenaria, e Carpentaria, e uma boa parte de Geografia, modo de tirar as Cartas Geograficas, Topograficas, e Ichnograficas, e a dezenhar toda a qualidade de plantas Militares, e Civis; com um ensaio da Opticap.ª a extrasam dos prospectos: Fortificasam das Prasas, calculo de sua despeza e toda a qualidade de edeficios Militares, e Civis q'. nelas se empregam, Ataque de Prasas, Defensas de Prasas, Castramentrasam em q'. nam só se tratou do acampamento particular das Tropas; mas tambem o g.l de um Exercito, e se [ilegible]. uma Arte da guerra com varios principios da Tactica dos Corpos de Infantaria, cavalaria etc., e hum apendis da Fortificasam Pasageira, ou de Campanha: Artelhr.ª, Arte de Bombas Theorica, e Praticamente, Fogos Artificiaes da Guerra, e os Festivos, Mecanica, Statica, o mecanismo das abobedas com o calculo das Muralhas e pes direitos, Hidraulica, e finalmente Arquitetura Civil.[7]

Si la mayoría de estos argumentos no son parte de un curso de ingeniería civil, excluyendo las disciplinas militares y guardadas las debidas proporciones para la ciencia de entonces, ¡no sabemos que mas decir!

El Sargento-Mayor Caldas enseñó y trabajo hasta el día de su muerte, una semana antes, incluso entregó el proyecto y el presupuesto para las obras del Colegio, que había pertenecido a los padres de la Compañía de Jesús, y que estaba, en ese entonces, en estado de ruina. Entre tanto, a pesar de las recomendaciones y los pareceres de los gobernadores, como el Conde de Povolide, el Márquez de Valencia y otros, nunca le dieron el reconocimiento ni la gratificación pedida por la función de «lente» (profesor). Tampoco le concedieron la promoción solicitada como Teniente Coronel, mismo siendo el más antiguo Sargento-Mayor. Su sucesor en la Aula Militar de Bahía fue el Capitán Jose Gonçalves Galeão que, a inicios del siglo XIX, todavía era el profesor responsable. Silva Telles nos informa que, hasta 1826, estas aulas funcionaban en el Fuerte de San Pedro, sin declarar la fuente de dicha información (Silva Telles 1994, 84). Sobre la figura del profesor Caldas, ofrecemos otras informaciones presentadas en los textos del IV Congreso de Historia de Bahía (Oliveira 1999, 535-47).

En la antigüedad

A continuación presentáremos otra reflexión sobre el por qué la arquitectura, la ingeniería civil y la acade-

mia militar estuvieron siempre correlacionadas. A grosso modo podría decirse que ellas están visceralmente ligadas con aquello que los romanos designaban, en el pasado, como *Ædificatio*. Pudiéndose juntar otras observaciones mas esclarecedoras. La ingeniería civil nació en las escuelas militares, y a este hecho se debe su nombre, para diferenciar a los alumnos de aquellos que seguían la carrera de armas. Sobre este particular Lyra Tavares dice: «A Engenharia Civil e a Engenharia Militar, por isso mesmo, nasceriam e progrediriam juntas, sob a égide do Real Corpo de Engenheiros, tanto em Portugal como no Brasil» (Tavares 1965, 30). En el pasado, el ejercicio de la arquitectura, igualmente, fue practicado por militares de profesión o existían, de manera inversa, arquitectos que se dedicaban al arte de la *poliorcética* [ataque y defensa de plazas fuertes], dejando cierta perplejidad en los observadores superficiales del ejercicio de estos oficios. El caso más emblemático es el de Vitrubio, que nos dejó como legado un texto sobre arquitectura, que puede ser considerado como el más importante que sobrevivió del pasado, influenciando arquitectos y teóricos de la arquitectura desde el Renacimiento hasta los tiempos Modernos. Todavía la designación atribuida a Vitrubio de *architectus*, suscita algunas dudas sobre lo que sería equivalente a su ejercicio profesional, en los días de hoy, y en este caso particular, siempre es bueno invocar la autoridad incomparable de Pierre Gros, cuando declara: «Sia ingegnere, sia architetto – e in virtú della sua stessa formazione piú incline all'ingegneria che alla costruzione – Vitruvio mostra di dependere direttamente dalla pratica professionale e dalla definizione delle competenze che dominava alla fine dell'epoca ellenistica» (Gros 1997, vol.1: 17).

No importa, pues, que Vitrubio haya sido ingeniero militar, arquitecto o ingeniero hidráulico. Nuestro autor latino, conforme renombrados exégetas de textos antiguos, afirman que debió haber sido un tipo de profesional que pertenecía a la categoría de los *ordo apparitorum,* colaboradores de magistrados y emperadores, dotados de una buena formación teórica y práctica exhibiendo inclusive, cierta erudición en varios campos del conocimiento, Sintomáticamente, tales profesionales eran organizados en decurias,[8] promoviendo cierta confusión en las funciones civiles y militares. Los *apparitores* eran designados, igualmente por *scribæ* e *scriba armamentarius* y tenían, seguramente, la función militar dentro de la cual estaría incluido Vitrubio. Este dice, textualmente, en el prólogo del libro I, que fue encargado por Cesar para fabricar y reparar ballestas, escorpiones y «otras armas arrojadizas», con otros colegas arquitectos (o ingenieros militares), Marco Aurélio, Públio Minídio e Gneo Cornélio (Vitruvio Polio, [1486] 1962, vol.1: 5). Las pistas esporádicas contenidas en el texto vitrubiano nos autorizan a situar a este profesional, en calidad de activo, durante el Segundo Triunvirato Romano, conectado, principalmente, la figura de Octaviano (después Augusto), demostrando su gratitud por Octavia, hermana del ilustre fundador del Imperio, de quien debería ser protegido. Probablemente trabajo hasta el Periodo Imperial, debido a que Frontino nos informa que el fue encargado de la administración del abastecimiento de las aguas de la ciudad de Roma, en la gestión inteligente y exitosa de Agripa, citándole repetidas veces, algunas de las cuales en la calidad de creador de artefactos hidráulicos para el abastecimiento de la dicha ciudad.

De cualquier modo, no podría ser calificada de absurda la afirmación de que la formación de ingeniero militar de Vitrubio contribuyó, y mucho, para sistematizar el desenvolvimiento y la divulgación del pensamiento de la arquitectura en la cultura del Mundo Occidental y para la ingeniería civil.

En la Edad Media, periodo habitualmente muy nebuloso en las informaciones sobre el ejercicio profesional, pocas veces se menciona el termino de arquitecto o de ingeniero. Predomina la designación de magister operis, que desempeñaba las funciones de uno o de otro, o sus designaciones equivalentes, en los diversos idiomas europeos (*master of works*, *baumaister*, *mâitre maçon*, *maestro,* etc.), proyectistas y constructores, en un sólo tiempo, de las catedrales y los castillos fortificados. Los primeros momentos del Renacimiento conservan las mismas atribuciones profesionales de ingenieros y de arquitectos hasta que, cediendo a la tecnología de los nuevos tiempos de las armas de fuego, la lógica vigente de las fortificaciones y de las ciudades, se modifican dando lugar a los especialistas de la construcción, que pasan a recibir el apodo de ingeniero militar. Es la nueva era, comandada por la «proliferación y daños de las bombardas de las cuales, muy difícilmente y sin grande ingenio podría protegerse de su furia», como decía Francesco di Giorgio Martini (1967, 5). Y cuando tiene inicio la aparición frecuente del vocablo ingeniero, inclusive en el tratado del citado escritor.

Sin embargo, mismo formados en academias militares, grandes nombres de la arquitectura en Europa emer-

gieron de estas instituciones, durante el Periodo Barroco, que, como es sabido, remplazó al Renacimiento. El presente texto no se extenderá en exhaustivas citas, pero cabe destacar algunas figuras, reconocidas por aquellos que estudiaron historia de la arquitectura. Entre ellas podemos mencionar a: Johan Lucas von Hildebrandt (1668-1745) que, pese a haber nacido en Génova, Italia, y habiendo servido al Príncipe Eugenio de Sabóia, de ascendencia austriaca, integró el Ejército Imperial de Austria, en calidad de ingeniero militar. Buscando, posteriormente, sus raíces, se instaló en Viena, trabajando para la aristocracia local y produciendo obras emblemáticas del barroco austriaco, como por ejemplo su residencia, llamada Belvedere, uno de los palacios pertenecientes a la familia Schonbrön, también el proyecto del Palacio Mirabel, en Salzburg, el palacio episcopal de Würzburg, entre otras grandes obras de renombre.



Figura 1
Imagen de Balthasar Neumann, en el viejo billete de 50DM.
Fuente: Archivo del autor

Otro arquitecto de renombre, salido de la formación da la Ingeniería Militar, que fue el máximo exponente del Barroco Alemán, Johann Balthasar Neumann (1687-1753), logró tanto prestigio en su tierra que tuvo su imagen grabada en los billetes de los antiguos marcos alemanes (figura 1). De su creación nacieron monumentos memorables de la arquitectura como ser: las iglesias Vierzehnheiligen (Catorce Santos), Gaibach, Etwashausen, Neresheim, el castillo de Bruchsal y muchos otros monumentos importantes.

En Francia se destacaría durante el siglo XVII, Nicolas-François Blondel (1618-1686), hombre de envidiable cultura y versatilidad, que se destacó como diplomático, administrador, profesor, militar, matemático, ingeniero civil e arquitecto. Era el hombre de confianza del Cardenal Richelieu. El año 1671, fue nombrado por el Rey como Director de la Academia de Arquitectura, y en esta oportunidad se vio envuelto en la célebre disputa con Claude Perrault, con respecto de la estética de los arquitectos antiguos y de los modernos. Publicó un tratado titulado *Cours d'Architecture* a través del cual defendió a los clásicos (figura 2).

Sería bueno destacar que, incluso hasta finales del siglo XVIII, existía enorme confusión entre las profesiones del ingeniero militar y del arquitecto militar. Por ejemplo, el conocido arquitecto militar de origen portugués, Sargento-mayor José Manoel de Carvalho Negreiros, que sabiamente, se formó en las academias de arquitectura de Italia, durante un periodo de ocho años. Era hijo del distinguido ingeniero militar Eugênio dos Santos e Carvalho que, en su momento fue el brazo derecho del ingeniero militar Manoel da Maia, responsable por la restructuración y el diseño de la Baixa Pombalina de Lisboa, después del terremoto, luego, actuando como urbanistas. Pues bien, Carvalho Negreiros, además de ser el autor de interesantes manuscritos que se encuentran en el Archivo Militar de Lisboa, estructurando el contenido para un curso de arquitectura civil, poéticamente denominado «Viagem pelo Tejo»,[9] propuso al Rey, cuando ocupaba el puesto de Sargento-Mayor ingeniero, un documento que contenía la edición de un reglamento para ingenieros civiles y arquitectos. Podemos considerar este documento como una especie de propuesta ancestral para nuestro CREA (Consejo Regional de Ingeniería e Agronomía) y el CAU (Consejo de Arquitectura y Urbanismo). Sugiere Negreiros, en la redacción del tercer capítulo, en la siguiente cita: «Tribunal que sirva para regular, dirigir e governar, não só a Corporação dos Engenheiros Civis, suas divisões e dependências, mas também uma Academia que se deve estabelecer unida a ela, das Artes Mecânicas e Fabris, e de todas as mais Artes em geral».[10] Pero el razonamiento que antecede al reglamento, dice que: «grande necessidade que há de se estabelecer em Portugal um Regulamento para direção dos Arquitetos pelo qual [sejam] desarraigados desta Na-

COURS
D'ARCHITECTURE
ENSEIGNE' DANS L'ACADEMIE ROYALE
D'ARCHITECTURE.
PREMIERE PARTIE.
OV SONT EXPLIQVEZ LES TERMES,
L'origine & les Principes d'Architecture, & les pratiques des cinq Ordres suivant la doctrine de Vitruve & de ses principaux Sectateurs, & suivant celle des trois plus habiles Architectes qui ayent écrit entre les Modernes, qui sont Vignole, Palladio & Scamozzi.
DEDIE' AV ROY.
PAR M. FRANCOIS BLONDEL DE L'ACADEMIE ROYALE des Sciences, Conseiller Lecteur & Professeur du Roy en Mathematique, Professeur & Directeur de l'Academie Royale d'Architecture, Mareschal de Camp aux Armées du Roy, & Maistre de Mathematique de Monseigneur le Dauphin.




A PARIS.
De l'Imprimerie de LAMBERT ROULLAND en la maison d'Antoine Vitré, ruë du Foin.
Se vend,
Chez PIERRE AUBOIN & FRANÇOIS CLOUZIER, prés l'Hôtel de Monseigneur le Premier President, Court du Palais, à la Fleur de Lis.
Et chez les mesmes sur le Quay des Grands Augustins, à la Fleur de Lis d'Or.
M. DC. LXXV.
AVEC PRIVILEGE DU ROY.

Figura 2
Tratado de Nicolas-François Blondel (Siglo XVII). Fuente: Archivo del autor

ção, muitos abusos prejudiciais, se estabeleçam os estudos, exames, exercícios, e mais circunstâncias que devem competir aos referidos Engenheiros». En resumen, el pone a los profesionales de la ingeniería y la arquitectura en el mismo barco!

El Brasil y la ingenieria militar

En la América Portuguesa, durante el Periodo Colonial, nunca se tuvo ingenieros civiles o arquitectos, de manera rigorosa. Estas funciones eran ejercidas por ingenieros militares. Por tanto, la historia del arte y de la arquitectura brasileña tuvo poco destaque, en el pasado, como fue mostrado en nuestro estudio titulado «Robert Smith e a Engenharia Militar Brasileira» (Oliveira 2007, 253-75), estableciendo que fue el mencionado investigador el primero en enfatizar este vacío en la histografia del arte en el Brasil. Las investigaciones efectuadas en su paso por el Archivo Militar de Rio de Janeiro, abrirán los ojos a nuestros estudiosos por ser consideradas de grande importancia para la ingeniería militar portugués-brasileña, en relación a la historia de la arquitectura y la ingeniería de los siglos XVI, XVII, XVIII e inicios del siglo XIX, hasta entonces prácticamente ignoradas. Se puede observar, todavía, que el investigador, en aquel momento, no estaba completamente consciente del papel que la ingeniería militar jugaba en el Brasil, afirmando: «Ainda que seu papel na História da Arquitetura Brasileira não tenha sido até agora inteiramente investigado, há uma crescente evidência a indicar que foi substancial» (Smith 1948, 187-209). En la introducción de la traducción de este texto, realizado y editado por la FAU-USP (Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de São Paulo), el profesor Nestor Goulart Reis Filho demuestra la insuficiencia de estos estudios «sobre os engenheiros militares e principalmente sobre as chamadas Aulas de Arquitetura Militar, cuja importância para a história da arquitetura no Brasil tem sido praticamente desconhecida» (Reis Filho, 1962). Hoy felizmente, tenemos algunos estudios sobre estos argumentos, dentro de los cuales destacamos el excelente trabajo de Beatriz Piccolotto Siqueira Bueno titulado *Desenho e desígnio – O Brasil dos Engenheiros Militares* (Bueno, 2011).

Con todo, mismo en el periodo Imperial Brasileño, con la llegada de la Misión Francesa, comandada por el arquitecto Grandjean de Montigny, todavía brilló en el siglo XIX, la estrella de la ingeniería militar, por encima tanto de la arquitectura como de la ingeniería civil. A continuación destacamos algunas obras notables del siglo XIX, sin tener la más mínima pretensión de hacer bibliografías:

Francisco Cordeiro da Silva Torres de Sousa Melo y Alvim (1775-1856). Primero y único Vizconde de Jerumirim fue un ingeniero e militar luso brasileño, pues, habiendo nacido en Ourem, Portugal, desarrolló básicamente su rentable vida profesional en el Brasil, donde falleció. Fue ingeniero militar graduado por la Academia Real de las Guardias Marinas de Lisboa. Tuvo clases de Algebra, Geometría Analítica, Calculo Diferencial e integral, Ingeniería Militar e



Figura 3
Palacio imperial de Petrópolis. Fuente: Cortesia de Eugênio Lins

Ingeniería civil, en la Academia Real Militar de Rio de Janeiro. Dentro de otras actividades, coordinó las obras hidráulicas de la Quinta de Boa Vista y de otros lugares de Rio de Janeiro. De sólida formación científica y cultural, fue socio fundador del IHGB (Instituto Histórico y Geográfico Brasileño). Alcanzó en el ejército el grado de general, ejerciendo el cargo de Ministro de Guerra, durante el primer Imperio.

José Maria Jacinto Rebelo (1821-1871). Arquitecto e ingeniero militar brasileño, considerado como el mayor de su época en Brasil. Fue alumno de Grandjean de Montigny. Estaba entre los constructores del Palacio Imperial de Petrópolis (figura 3). Por cierto, el proyecto del palacio, hoy Museo Imperial, cuyo proyecto original fue diseño de un ingeniero militar, el Sargento-mayor Ingeniero Julio Frederico Koler (Julius Friedrich Köler), de origen alemana, posteriormente naturalizado brasileño, a quien se le atribuyó también el proyecto de la ciudad de Petrópolis. Son de autoría de Jacinto Rabelo el pórtico del edificio de la Santa Casa de la Misericordia, el proyecto inicial del pórtico monumental del Cementerio de Caju, así como también le es atribuido el proyecto del Palacio de Itamaraty, todos en Rio de Janeiro (figura 4).

Joaquim Cândido Guillobel (1787-1859). Profesor, ingeniero diseñador, pintor, acuarelista, arquitecto, topógrafo, cartógrafo. Comenzó su vida profesional en el ejército como diseñador del Archivo Militar de Río de Janeiro. Ejerció, sin embargo, muchas misiones en otras partes del Brasil. Ya en la condición de capitán, recibió la autorización, el año 1827, y se matriculó en la Academia Imperial de Bellas Artes (AIBA), en Rio de Janeiro, como alumno extraordinario en arquitectura civil, en un curso ministrado por Grandjean de Montigny. Guillobel, solamente a partir de 1834, inicia sus actividades como docente para después (1835) ser nombrado Inspector de Obras Publicas en Rio de Janeiro, sustituyendo al coronel Manuel José de Oliveira, también Ingeniero Militar. En el año siguiente a su nombramiento como profesor asistente, en la Imperial Academia Militar, se modifica y se torna por su capacidad y competencia como responsable de las asignaturas de Descriptiva y Arquitectura Militar. Su vocación para enseñar se vio coronada cuando fue nombrado en 1855, como profesor honorario de ciencias accesorias, en la asignatura de matemática aplicada de la Academia Imperial de Bellas Artes, en Rio de Janeiro, en esta época ya reconocido como Coronel del cuerpo de Ingenieros. Son atribuidos a Guillobel algunos trabajos de arquitectura destacados como el pórtico central del Hospicio Pedro II, además de haber trabajado, en sociedad con otros grandes profesionales de la época, como ser: José Maria Jacinto Rabelo, en la conclusión del Palacio Imperial de Petrópolis. A este destacado ingeniero/arquitecto militar se le atribuye la autoría de la obra del Palacio de Petrópolis.



Figura 4
Palácio de Itamaraty, Rio de Janeiro. Fuente: Marcelo Farias



Figura 5
Teatro de la Paz, Belém de Pará. Fuente: Imagen del autor

José Tibúrcio Pereira Magalhães (1831-1896). Brasileño nacido en Recife, Pernambuco, fue Ingeniero militar y arquitecto. Como arquitecto, se destacó con el diseño del teatro de la Paz (1869), en Belém de Pará (figura 5), y también con el proyecto de la Asamblea Legislativa de Pernambuco (1870), en Recife (figura 6), ambos proyectos con una fuerte influencia neoclásica. También en Recife dirigió las obras de reconstrucción del Teatro Santa Isabel, destruido por un incendio, en 1869, siguiendo el proyecto del arquitecto francés Vauthier.

Pedro de Alcântara Bellegarde (1807-1864), hijo de George Bellagarde, también ingeniero militar. No era de origen brasileña ni portugués de nacimiento, vino al mundo a bordo del navío el «Príncipe», en el viaje que trajo a la familia real para el Brasil. A sus 13 años era cadete de la Escuela Militar, en la que hizo una carrera brillante. Después de su formación práctica, entró, mediante concurso, en la Escuela Militar, en la cual su competencia y versatilidad le permitieron dar clases, según dicen, en casi todas las asignaturas de esta institución de enseño. Por esto, alcanzó los más altos escalones de su gremio, adquiriendo el titulo de Mariscal de Campo.

Bellegarde era sobrino de Conrad Jacob de Niemeyer, también formado como, ingeniero militar, descendiente de una familia de ingenieros militares, cuyas raíces estaban en Hannover, Alemania, y después en Portugal. Esto se menciona con el propósito de señalar que Oscar Niemeyer, icono de la arquitectura brasileña moderna, era tataranieto de Conrad (Barata 1988, 106). Dentro de la vasta obra de Bellegarde, literaria y técnica, destacamos el *Compendio de arquitectura civil e hidráulica* (Bellegarde 1848) (figura 7).

Aunque deseáramos parar aquí, no es posible dejar de hacer referencia a nuestro ilustre paisano, André Pinto Rebouças (1838-1898), uno de los mayores constructores del siglo XIX. Cachoeirano, de ascendencia africana, muy joven se mudó junto a su familia para Rio de Janeiro, donde consiguió matricularse en la Escuela Central de Ingeniería, del largo de San Francisco, en 1854, juntamente con su hermano Antonio. Se destacó como un alumno brillante, recibiendo la Carta de Titulo como 1º Teniente Ingeniero, en 1860, beneficiado con una beca para estudiar en el



Figura 6
Asamblea Lagislativa de Recife. Fuente: Cortesia de Marcos Albuquerque

exterior. Los hermanos Rebouças se especializaran en ingeniería civil, retornando inmediatamente de concluidos sus estudios a Brasil, iniciando así la lucha por su reconocimiento profesional. Al estallar el conflicto bélico con Paraguay, André Rebouças se presenta como Voluntario de la Patria, donde participara de importantes batallas como Uruguaiana y Paso de la Patria. Pero su salud le jugó una mala pasada, pues contrajo neumonía y después viruela, obligándole a regresar a casa. Es atribuida a los hermanos Reuboças las primicias en contratos de trabajos con hormigón armado en Brasil, es el caso del puente construido en Piracicaba el año de 1875.

Para ir terminando y acortando este repaso bibliográfico, de nuestro ilustre coterráneo, basta repetir lo que de él afirmó el grande estadista Joaquim Nabuco:

> Matemático e astrônomo, botânico e zoólogo, industrial e moralista, higienista e filantropo, poeta e filósofo, Rebouças foi, talvez, dos homens nascidos no Brasil, o único universal pelo espírito e pelo coração. Somente ele foi capaz de refletir em si, ao mesmo tempo, a universalidade dos conhecimentos e dos sentimentos humanos (Nabuco 1949).

Era amigo del emperador Pedro II, y con el partió al exilio, dejando su tierra natal, demostrando extrema lealtad. Después de recorrer varios países europeos, fijó residencia en el Funchal, donde falleció de manera desafortunada, poniendo fin a su vida, como se cree.

COMPENDIO

DE

ARCHITECTURA CIVIL

E

HYDRAULICA

POR

PÊDRO D'ALCANTARA BELLEGARDE,

Coronel do Imperial Corpo d'Engenheiros, Lente da Escola Militar.

RIO DE JANEIRO,

TYP. DE M. A. DA SILVA LIMA, RUA DE S. JOSÉ N. 8.

1848.

Figura 7
Hoja de presentación del compendio de Bellegarde

Sobre las escuelas politécnicas

Para terminar, cabría hacer algunos comentarios sobre las escuelas politécnicas brasileñas, mencionando primeramente a nuestra Escuela Politécnica UFBA [Universidade Federal da Bahía] y haciendo una ligación inversa con dirección de la *École Polytechnique* de Paris. Según afirmación de Santos Faria (2004, 39) nuestra escuela politécnica, es la quinta escuela de ingeniería del país, que fue fundada por el Ingeniero Arlindo Fragoso, oriundo de Bahía nacido en la Vila de Santo Amaro. Cabe mencionar que todas tienen la denominación de «Escuela Politécnica», con excepción de la Escuela de Minas en Ouro Preto en Minas Gerais. Estas denominaciones fueron inspiradas, por la *Escola Polytechnica* de Rio de Janeiro (metamorfosis de la antigua Escuela Central), que adoptó este nombre cuando hubo la separación definitiva de la enseñanza militar y civil, en 1874. Se sabe que, en el Brasil, la Escuela Central formaba tanto ingenieros militares como ingenieros civiles, hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando después de las recomendaciones hechas por el ministro João Lustosa da Cunha Paranaguá, al Legislativo del Imperio, y acompañando la tendencia de desarrollo de Brasil, determinó, después de algún tiempo, la separación del aprendizaje. La ley 2.261, del 24 de mayo de 1873, autoriza para reformar la regulación de las Escuelas del Ejército 28 de abril 1863, moviéndose la tradicional Escuela Central para el Ministerio del Império (Tavares 1965).

Esta dicotomía fue, rápidamente, acelerada por los inminentes conflictos bélicos en la Región Platina, aunque ella haya sido pensada desde el periodo del Primer Imperio. El ingeniero Theodoro Sampaio, hombre muy culto y de gran preparación técnica, que fue inicialmente alumno de la Escuela Central, debe haber vivido esta transformación, debido a que se graduó en la Escuela Politécnica en 1876 (Santos 2010, 25), pero el otro grande ingeniero paisano André Pinto Reubouças, de quien ya hicimos una breve biografía, fue todavía alumno de la antigua Escuela Central, graduándose como Ingeniero Militar.

Desde que el profesor Arlindo Fragoso, fundador de la Escuela Politécnica de Bahía, estudió a su congénere más antigua, o sea la Escuela Politécnica de Rio de Janeiro, es normal que buscara una designación similar para la nueva institución de enseñanza en nuestro Estado. Lo mismo debe haber sucedido con las otras escuelas «Politécnicas» fundadas en otras ciudades de Brasil, además de la Escuela de Bahía, excluyendo a la de Rio de Janeiro que podría ser considerada como la original, podemos mencionar también las escuelas de São Paulo y Recife.

Estas referencias iniciales nos conducen, por tanto, a otras interrogantes. Se la designación de Escuela Politécnica viene, probablemente de aquella primera en Rio de Janeiro, ¿De dónde sus creadores se inspiraron para buscar tal nomenclatura institucional? Nos parece que este es el punto de convergencia entre los investigadores, ya que la inspiración partió de la más prestigiosa institución de educación francesa del siglo XIX, la *École Polytechnique,* de Paris. De su personal docentes y estudiantes, saldrían los nombres con mayor destaque en el área de ciencias de manera general. Como ser las ciencias físicas y matemáticas, de la mecánica de construcción. ¿Quién alguna vez escuchó hablar de Monge, Arago, Poncelet, Poisson, Saint-Venant, Laplace, Gay-Lussac, Ampère, Navier y de tantos otros hombres de la ciencia? Incluso científicos y filósofos como Comte fueron parte de esta institución, lo que explica la influencia de la doctrina positivista entre los alumnos de la Escuela Central en Rio de Janeiro, sean estos de formación civil o militar, y más tarde de la transmutada Escuela Politécnica.

Por otro lado, es innegable la influencia francesa que nuestra cultura sufrió en todos los campos del conocimiento y de la enseñanza hasta, por lo menos, el estallido de la segunda guerra mundial, cuando paulatinamente, pasamos a ser dominados por influencias anglo sajonas.

Un texto fundamental para conocer las bases del enseñanza y la historia de la *École Polytechnique* francesa es el trabajo realizado por Pinet, antiguo alumno de la institución, que titula: *Histoire de l'École Polytechnique* (Pinet 1887). En el nos informa sobre las vicisitudes de esta legendaria institución de educación, las razones para su fundación, los servicios prestados a la ciencia francesa y mundial y el compromiso con todos los movimientos liberales en defensa de Francia. Distintamente de lo que muchos imaginan, la *École Polytechnique* de Paris, no formaba ingenieros. Era un curso preparatorio de ciencias aplicadas, después del cual aquellos cuya inclinación vocacional era la ingeniería civil debían frecuentar la *École Nationale des Ponts et Chausées,*[11] y los seguidores de la Ingeniería Militar debían continuar sus estudios en la *École Militaire* de Metz. En cuanto a los arquitectos, estos debían cursar la *Académie d'Architecture de la École des Beaux-Arts*. Puede observarse que este estudio básico, incluía, además de las ciencias aplicadas, el aprendizaje de la filosofía, diseño por observación, literatura (*Belles-Lettres)* y otros ornamentos de la cultura humanística. Queda claro, que la primera motivación de la *École Polytechnique* era militarista, pues, como nos informó Pinet, en la introducción de su obra: «C'est en faisant fabriquer des armes, du salpêtre, de la poudre et tout ce qui manquait à nos soldats qu'on reconnue l'importance des sciences et la nécessité de les faire servir à la défense nationale. Telle fut l'origine de l'École polytechnique» (Pinet 1887, 8).

Si la escuela en cuestión mostraba connotaciones militares en sus orígenes, con la designación de Napoleón Bonaparte como emperador, se transformó en barracas.[12] Lo que causó gran malestar entre los estudiantes. Fue gracias al peso y a la serenidad de Monge, creador y primer director de la institución, persona muy querida por los alumnos y respetado por el Emperador, que fueron evitados acontecimientos con efectos devastadores. Reconociendo que los jóvenes de la *École Polytechnique* eran en su mayoría, amantes de los ideales liberales, opositares de la tiranía real o imperial, fieles a las causas populares y en defensa de Francia. Portugal también tuvo su Escuela Politécnica, instalada en Lisboa,

que sustituyó al Colegio de los Nobles, inspirándose en el modelo francés. Como su congénere parisino era también un curso básico para otras academias de formación.

Conclusiones

A la luz de lo expuesto, podríamos sumar las siguientes conclusiones:

- En la antigüedad, era difícil discernir las funciones de los arquitectos, ingenieros militares e ingenieros civiles, pues, muchas veces, eran ejercidas por el mismo profesional.
- Durante el Periodo Colonial Brasilero, predomina la figura del ingeniero militar, formado en las Aulas y posteriormente, en las academias militares, ejerciendo las funciones de arquitecto y de ingeniero civil.
- Incluso después del Periodo Colonial Brasileño, durante el siglo XIX, la ingeniería militar, todavía desempeñó un papel importante en las actividades relacionadas a la ingeniería civil y a la arquitectura.
- La creación de las escuelas politécnicas brasileras fue inspirada por la famosa *École Polytechnique* de París, pero a diferencia de esta, eran formados ingenieros civiles, lo que no acontecía en la institución francesa, cuyos estudios debían ser complementados en la *École des Ponts et Chausées*.

Notas finales

Agradezco a Alicia Gabriela Candia Barrientos la traducción de este texto.

1. Manuscrito del Archivo Histórico Ultramarino de Lisboa (AHU) – Código Ms. 246, Registro de Cartas Regías (1695-1710).
2. Manuscrito del AHU – Transcripción de Cartas Regias referentes a la creación del Aula Militar de Bahía, contenidas en el código Ms. 246 – Registro de Cartas Regías (1695-1715): *"S.ᵉ o haver Aula na B.ª co' engenhr.º a ensinar a forteficação"*.
3. «Thenente general Engenh.ʳᵒ»: Se trataba del Maestro de Campo Ingeniero Miguel Pereira da Costa, portugués de origen del Alentejo.
4. Manuscrito del AHU – Código, Ms. 246 – Registro de Cartas Regías (1695-1715). Carta de 06/03/1713. Escritura original.
5. Manuscrito del AHU – Carta Del Provedor Pegado Serpa a Francisco Xavier de Mendonça Furtado – Catalogo de Castro y Almeida, doc. nº 5.600, 01/10/1761.
6. Ingeniero Militar extremadamente dotado en el ejercicio de la arquitectura. A él se le atribuye el proyecto de la basílica de la Conceição da Praia, en Salvador, considerada como una joya del periodo Barroco Brasilero.
7. Manuscrito del AHU – Catalogo de Castro y Almeida, doc. nº 10.151 (20.05.1779). Escritura original.
8. Unidad mínima de las legiones romanas, compuesta por 10 hombres. Las decúrias militares tenian como comandante un *decurión*.
9. Según la profesora Cybèle C. Santiago, el texto es una transcripción, en la mayor parte, del conocido trabajo de Mathias Ayres Ramos da Sylva de Eça, famoso brasilero que vivió en Portugal, cuyo nombre es: «Problema de Arquitectura Civil».
10. Documento de la Biblioteca da Ajuda, en Lisboa: Cota: 49-I-29.
11. Esta escuela fue frecuentada por ilustres nombres de las ciencias físicas y matemáticas y de la ingeniería como Vicat, Fresnel, Cauchy, Navier, Gay-Lussac, Freyssinet y tantos otros, alguno de los cuales fueron también profesores de la *Polytechnique*.
12. Decreto Imperial del 16 de Julio de 1806.

Lista de referencias

Barata, Carlos Eduardo de Almeida. 1988. «Os Niemeyer – mais de 200 anos a serviço da engenharia no Brasil». En: *Boletim da A3P* (Associação de Antigos Alunos da Politécnica) n. 104, 106 e 108.

Bueno, Beatriz Piccolotto Siqueira. 2011. *Desenho e desígnio – O Brasil dos engenheiros militares (1500-1822)*. São Paulo: EDUSP.

Frontinus, Iulius Sextus. 2003. *De aqueducto urbis Romæ*. Tradução de R. H. Rodgers. Vermont: University of Vermont.

Gros, Pierre. 1997. «Vitruvio e il suo tempo». En: Introdução ao *De Arquitectura* de Vitrúvio. Torino: Giulio Einaudi.

Martini, Francesco di Giorgio. 1967. *Trattati di architettura, ingegneria e arte militare*. Transcrição de L. M. Degrassi. Milano: Il Polifilo.

Nabuco, J. 1949. *Minha formação*. São Paulo, Instituto Progresso.

Oliveira, Mário M. De 1999. «Sargento-mor José Antônio Caldas, um professor». En: IV Congresso de História da Bahia. Salvador: Fundação Gregório de Matos, *Anais,* v.1, p.535-547.

Oliveira, Mário M. De. 2007. «Robert Smith e a Engenharia Militar Brasileira». En: Fundação Calouste Gulbenkian. *Robert C. Smith – A investigação na história da arte.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p.253-275.

Ott, Carlos. 1959. «O Forte de Santo Antônio da Barra». *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura, n.14, p.135-159.

Pinet, Gaston. 1887. *Histoire de l'École Polytechnique*. Paris: Librairie Polytechnique Baudry & Cie.

Pirassinunga, Adailton Sampaio. 1958. *O ensino militar no Brasil*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército.

Polio, Vitruvius. 1962. *On architecture*. Cambrige: Havard University Press, v.1: 5. Tradução de Frank Granger.

Reis Filho, Nestor Goulart. 1962. «Prefácio à tradução». In Smith, Robert C. *Arquitetura Jesuítica no Brasil*. Trad. De Eunice R. Ribeiro Costa. São Paulo: FAU-USP, n. 2.

Santos, Ademir Pereira dos. 2010. *Theodoro Sampaio – Nos sertões e nas cidades*. Rio de Janeiro: Versal.

Santos Faria, Sérgio Fraga. 2004. *Escola Politécnica – Tradição de grandes nomes na história da Bahia*. Salvador: Helvécia.

Silva Telles, Pedro Carlos da. 1994. *História da engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Clavero, 2ed.

Smith, Robert C. 1962. *Arquitetura Jesuítica no Brasil*. Trad. De Eunice R. Ribeiro Costa. São Paulo: FAU-USP, n. 2.

Tavares, Gen. A. De Lyra. 1965. *A Engenharia militar portuguesa na construção do Brasil*. Lisboa: SPME/ Ministério do Exército Português.

Construcciones tradicionales indígenas de la Amazonía Suroccidental Sudamericana

Tanith Olórtegui del Castillo

El territorio del Departamento de Madre de Dios, en la selva suroriental del Perú, limítrofe con el Estado de Acre en Brasil y el Departamento de Pando en Bolivia, ocupa en los últimos tiempos titulares recurrentes por denuncias sobre la constante y grave explotación y degradación del medio ambiente por actividad minera aurífera y forestal y sus efectos perversos sobre la calidad de vida de las poblaciones de la región, en especial la población indígena.

Madre de Dios está habitada por aproximadamente 17 etnias que pertenecen a 5 familias lingüísticas. Las etnias más importantes son; Amarakaeri, Huachipaeri (familia lingüística Harakmbut), Esse'Eja (Tacana), Piro, Machiguenga (Arawak), Amahuaca, Yaminahua, Nahua, Shipibo-Conibo (Pano) y Kichwa Runa (Quechua del Oriente). Se estima que la población indígena llega a 5,000 habitantes conformando unas 35 comunidades nativas, 20 de las cuales tienen posesión legal sobre cierta cantidad de tierras.

En este estudio, que se centra en la arquitectura de los grupos indígenas en Madre de Dios, se ha elegido las siguientes comunidades representativas: Palma Real, Infierno (Esse'Eja), Boca del Inambari, San José del Karena (Amarakaeri), Shintuya (Amarakaeri, Huachipaeri), Puerto Arturo (Kichwa Runa), Palotoa-Teparo (Machiguenga), Diamante (Piro) y Boca Pariamanu (Amahuaca).[1]

La arquitectura de los pueblos indígenas de Madre de Dios

La arquitectura como expresión de la cultura material de un pueblo, es el tema que nos ocupa en este artículo, enfatizando el aspecto constructivo de las CCNN del departamento de Madre de Dios.

La creciente y constante presión de la sociedad nacional sobre las etnias amazónicas ha originado cambios fundamentales en su modo de vida, derivando en la pérdida de sus valores culturales. Los orígenes de estos cambios se hallan en el trasfondo histórico así como los diferentes factores y agentes de cambio de la sociedad dominante. En muchos casos son los nativos quienes aceleran cambios por propia decisión, muchas veces sin pensar en las ventajas y desventajas que estos les ocasionan.

Un reflejo muy importante de dicho proceso se aprecia en la progresiva transformación de sus viviendas, en el uso de materiales y formas ajenas a su cultura así como modificaciones en su distribución espacial. Esto trae también como consecuencia alteraciones en su confort interno y condiciones de salubridad.

En el Perú no encontramos antecedentes sobre estudios de viviendas contemporáneas en comunidades indígenas; los antropólogos se han concentrado en la búsqueda de rasgos tradicionales en la vivienda como parte de la cultura tradicional de estas etnias que más son contribuciones históricas al estudio de las mismas (por ejemplo Califano 1982; Zéleny 1976; Chaumeil 1987), y para los arquitectos éstos ejemplos no son considerados propiamente como expresiones arquitectónicas provistas de mayor contenido para ser estudiadas.

Presentamos aquí un enfoque diferente desde ambos campos, pretendemos en términos generales contribuir a ampliar el conocimiento en el campo de la vivienda indígena en la Amazonía Peruana introdu-



Figura 1
Ubicación, Perú, Departamento de Madre de Dios (Fuente: web, 2015)

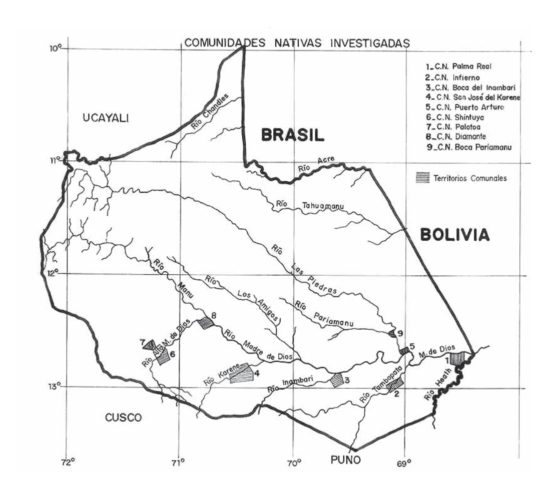


Figura 2
Mapa de Comunidades Nativas Investigadas en Madre de Dios (Fuente: elaboración propia, 2015)

ciendo en el debate sobre el tema la dimensión cultural de la vivienda y su diversidad en la búsqueda de nuevas alternativas de cambio, de modo de obtener una comprensión integral de la problemática habitacional indígena.

Categorías de Análisis de las viviendas nativas

Para el análisis de las viviendas nativas, manejamos las categorías de *forma* (delimitación del espacio en planimetría y volumetría), *tamaño* (dimensiones de los ambientes), *conformación espacial* (organización de los componentes de las viviendas y sus sistemas de relaciones), *sistema constructivo* (soporte de las edificaciones, materiales empleados y su procedencia, instrumentos y proceso constructivo) y *decoración* (características de la piel, materiales empleados, uso del color y motivos ornamentales).

También se ha enfatizado en los estados tecnológicos de transformación de la vivienda nativa, desarrollando un esquema propio adecuado a nuestra zona de estudio, en base a un esquema de Fonseca y Saldarriaga (Fonseca y Saldarriaga 1980, 31) aplicado a viviendas rurales en Colombia.

Hemos establecido las siguientes definiciones para 4 categorías básicas de vivienda según su estado tecnológico:

Viviendas Autóctonas (A): Son las construidas con materiales obtenidos del lugar, que no requieren de tipo alguno de elaboración previa a su utilización. Son viviendas con estructura de madera rolliza, cerramientos de hojas de palmera en la cubierta (*shebón, palmichi, shapaja); caña brava, huasaí* o *pona* en las paredes; uniones con soga vegetal *tamshi, atadijo*, etc., piso de tierra apisonada. Viviendas de planta circular-ovalada, multifamiliares, en algunos casos con divisiones interiores para cada familia, en otros casos sin divisiones.

Viviendas Tradicionales (T): Son las construidas con materiales que poseen tradición de uso en la zona, como la madera rolliza para las estructuras, las hojas de palmera para cubiertas, madera en rajas para los cerramientos o piel y *pona batida* para los pisos elevados, uniones amarradas o clavadas. Son viviendas unifamiliares de planta rectangular y piso elevado; el espacio interior es uno solo de uso múltiple o de dos divisiones. Generalmente la cocina constituye otra edificación separada de la casa-habitación.

Viviendas en Transición: Son viviendas autóctonas o tradicionales modificadas en su forma, piel y/o en su organización espacial; presentan nuevos materia-

les que sustituyen a los tradicionales. Son también viviendas que se construyen desde el comienzo con una mezcla indiscriminada de materiales autóctonos, tradicionales y modernos.

Viviendas Modernas (M): Son las que se construyen con materiales de origen industrial (calamina, clavos, etc.) y madera cortada con motosierras (tablas). También se considera las que presentan cambios en su distribución interior asemejándose a las viviendas urbanas. Por lo general son viviendas unifamiliares de planta rectangular, piso elevado o de tierra apisonada.

Tipologías de la vivienda nativa

Dada la diversidad de concepciones respecto del tipo, para este trabajo coincidimos con la posición de Aldo Rossi (Rossi 1979) quien concibe el tipo como algo concreto y ya existente, unido a la forma y al modo de vida de los pueblos, así como a un enunciado lógico que se antepone a la forma y la constituye; es permanente y complejo y no una simple invención sino algo sobre lo cual el arquitecto interviene sólo para progresar en la situación actual.

De manera particular nos basamos en nociones organizativas del espacio habitable, el tipo al cual nos referimos es el del registro y clasificación de lo existente que combinado con los factores condicionantes locales nos permite delinear una imagen conceptual recomendable que corresponde a esta región.

TIPOLOGIAS

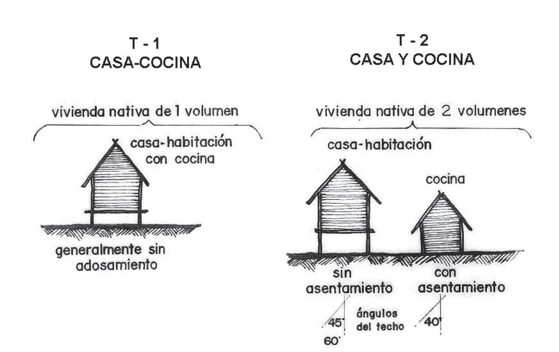
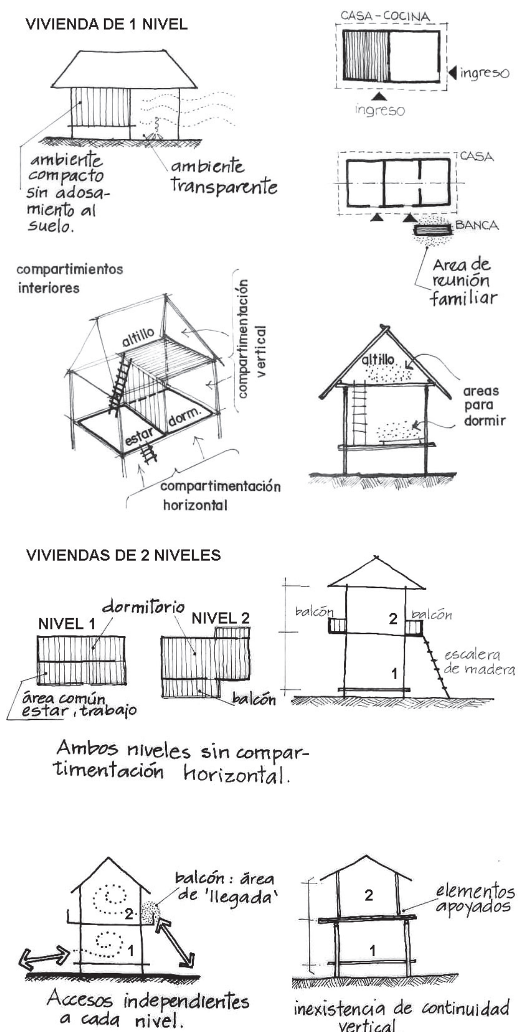


Figura 3
Tipologías de la Vivienda Indígena (Fuente: elaboración propia, 2015)

Se identificaron dos tipos de viviendas según su composición: *T-1 Casa-Cocina* (vivienda de un volumen) y *T-2 Casa y Cocina* (vivienda de dos volúmenes), siendo éste último el predominante.

Alrededor de los volúmenes principales existen pequeñas edificaciones utilizadas como gallineros o depósitos, los cuales tienen muchas veces características comunes a la vivienda tradicional, con respecto a forma y materiales.



Figuras 4 y 5
Compartimentaciones horizontales y verticales en viviendas de 1 y 2 niveles (Fuente: elaboración propia, 2015)

Dentro de estas tipologías básicas se presentan variantes en cuanto a compartimentación espacial horizontal (de uno o más ambientes) y vertical (uno o dos niveles), siendo esta última variante poco frecuente pero de sumo interés por la alternativa de cambio que representa dentro de los patrones espaciales y formales nativos. Es sin duda un cambio originado por la copia de formas existentes en los poblados mestizos, sin embargo muchos de ellos son desarmados al poco tiempo de construidos porque las familias no logran adaptarse a estas estructuras, debido a que el espacio arquitectónico creado no corresponde a su espacio existencial.

Las composiciones axiales existentes no tienen una norma fija, se observa que tanto las composiciones lineales, paralelas y ortogonales presentan un acceso claro desde la trocha de circulación principal. El volumen de la casa-habitación generalmente se ubica próximo a la vía de acceso principal quedando las demás edificaciones retiradas o detrás de éste.

En planimetría hay predominio del rectángulo como forma básica, con pocas variantes en T y L. En volumetría son interesantes las variantes que presentan los volúmenes con cubiertas de calamina, a dos, cuatro y una sola agua; la cubierta a dos aguas es común en volúmenes construidos con hojas de palmera. Existen formas incompletas que presentan adiciones por algunas caras del volumen.

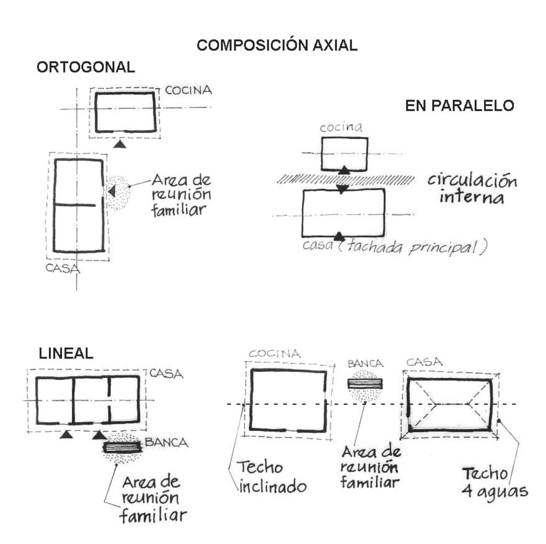


Figura 6
Composiciones axiales de las viviendas nativas (Fuente: elaboración propia, 2015)

Un aspecto más particular y difícil de captar ha sido la noción de uso y la disposición de las partes de la vivienda. La manera como delimita su espacio (ya sea virtual o realmente) demuestra cómo el nativo aprecia su espacio habitable. Lo privado y lo público se presentan cerrado y abierto respectivamente en diversos grados.

El concepto de la vivienda nativa

La existencia de una diversidad étnica y cultural en el Perú, en especial en la Amazonía debe ser tomada en cuenta para entender las diferencias de habitabilidad y de vivienda.

Norberg-Schulz (Norberg-Schulz 1971) señala que el espacio existencial representa el modo como el hombre se sitúa en el mundo, el cómo reside; por otro lado la creación de un espacio arquitectónico significa la integración de una forma intencionada de vida en el ambiente, idealmente debe existir una relación entre el espacio existencial y el espacio arquitectónico, el uno debe ser la consecuencia lógica del otro. En este contexto, el espacio arquitectónico nativo es reflejo directo del modo de vida indígena. Los nativos al construir sus viviendas traducen sus esquemas personales en estructuras arquitectónicas concretas; de ahí la importancia de evaluar los cambios que ellos mismos realizan en sus viviendas, los cuales son muchas veces copias de estructuras que no responden a su espacio existencial, esto conlleva a modificaciones posteriores siempre en una constante búsqueda de mejores respuestas arquitectónicas que más respondan a su forma particular de residencia.

Es vital remarcar que el concepto de vivienda de la población nativa difiere del nuestro. La vivienda nativa concebida como «unidad de habitación» es un complejo de edificaciones y espacios utilizados por el grupo familiar para su actividad constante. Cumple con una cantidad de roles, es el alojamiento familiar dotado de los espacios de habitación y de alimentación, también es el almacén de diversos productos y alimentos. La vivienda es el lugar de trabajos artesanales, así como procesamientos de los productos de la chacra (el secado de tabaco, guisador, etc.). La extensión de dicha unidad es mayor que las edificaciones que la componen; existe un espacio habitable de gran importancia que es el que rodea las edificaciones, delimitando el alcance de las actividades do-

mésticas, siendo a la vez un espacio de relación social. En ciertos casos poseen cercos que encierran uno o dos volúmenes de la unidad familiar (como cocinas y gallineros). En algunos ejemplos estudiados, el espacio exterior de la vivienda es un espacio poco saneado, principalmente por la introducción de la crianza de cerdos que deambulan alrededor de las viviendas; además la existencia de residuos no orgánicos como plásticos y latas de conservas que son tirados entre los árboles y plantas cercanas.

La vivienda nativa presenta gran flexibilidad en el uso de sus ambientes; debido a las múltiples actividades que en ella se realizan no es posible encasillar cada actividad con un ambiente determinado. Es preciso entender esto y evitar la visión meramente funcionalista al interpretar términos como *casa*, *cocina, dormitorio*, *estar*, *depósito*, que son empleados en este estudio como simple denominación (por la actividad predominante, pero no excluyente, que se realiza en los recintos).

La disponibilidad de recursos para la construcción de la vivienda es un factor definitivo en su configuración física. La distinción entre la utilización de uno u otro material influye en el status de la vivienda entre los nativos. Esto último ligado a la existencia de una distinta noción de uso del espacio es un aspecto de particular importancia. Mencionamos a continuación algunas características muy específicas que reflejan dicho aspecto, el cual es graficado en la figura 7:

- Espacialmente la vivienda nativa es ilimitada.
- Las actividades de sus moradores no se circunscriben al predio
- El mayor uso y vivencia de la vivienda se da fuera de la edificación, especialmente en las áreas sociales.
- Existe gran flexibilidad en las áreas de edificación, es decir que éstas pueden cambiarse o adaptarse según la necesidad presente.
- Su uso principal es como espacio para dormir y cocinar, así como espacio destinado a depósito del hogar.
- No significa una inversión inmobiliaria, según las reglas sociales indígenas no existe el derecho de propiedad individual sobre la tierra sino el de su usufructo.
- La vivienda es concebida como un bien temporal, práctico, cuya vida útil es de mediano plazo (5 a 8 años).

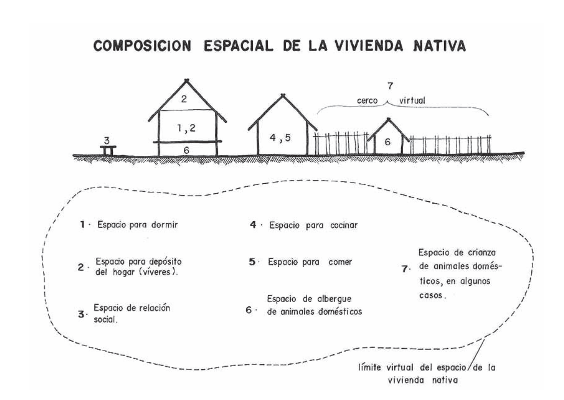


Figura 7
Composición espacial de la vivienda nativa (Fuente: elaboración propia, 2015)

Tecnología constructiva de la vivienda nativa

Los diversos estados tecnológicos identificados entre las viviendas nativas evidencian su relación con los recursos disponibles a nivel regional. Es importante mencionar que las viviendas actuales son en su mayoría viviendas unifamiliares con algunas excepciones bifamiliares.

El universo estudiado muestra viviendas de 4 estados tecnológicos, a saber: Tradicional, Tránsito Autóctono Tradicional, Moderno y Tránsito Tradicional Moderno. Sobre el primer estado tecnológico de viviendas autóctonas, no se construyen en la actualidad y no las incluimos en esta comunicación. De éstas se tiene referencias históricas de fuentes antropológicas y han quedado en la memoria y recuerdos de las poblaciones indígenas como las grandes casas comunales que albergaban a clanes completos, con poblaciones de hasta 250 personas.

Las viviendas en Tránsito Autóctono Tradicional, son las que presentan la máxima autonomía en cuanto a oferta de materiales y no requieren de recursos financieros para su ejecución. Existen sólo en la CN Palotoa-Teparo aunque en su mayoría construidas con algunos elementos procesados (tablas), pero su distribución espacial responde aún a patrones propios de su cultura, conformando un centro y recintos alrededor. Representan el 2% del total estudiado.[2]

La vivienda Tradicional depende de un mínimo de materiales foráneos y herramientas como machetes y hachas. Representa el 24% del total de muestras estu-



Figura 8
Vivienda Tránsito Autóctono Tradicional (TAT) en la CN Palotoa Teparo (Foto: T. Olórtegui, 1989)



Figura 10
Vivienda Moderna en la CN Shintuya (Foto: T. Olórtegui, 1989)

diadas y se encuentran en las comunidades San José del Karene, Boca del Inambari, Infierno, Diamante y Puerto Arturo.

Las viviendas Modernas son costosas dado que ya no utilizan recursos inmediatos y exigen gastos de transporte para el traslado de materiales a las comunidades y herramientas como motosierras y aserraderos portátiles que requieren combustible para su funcionamiento. Representan el 9% del total de viviendas estudiadas.

Las viviendas en transición (TAT y TTM) son el reflejo de la desaparición de ciertas técnicas y materiales tradicionales así como de la confusión cultural en la que las aspiraciones de mejoramiento tienen como meta el cambio de materiales y la «creación» (en algunos casos copia) de espacios en la vivienda, que significan un mayor prestigio para sus dueños. Estas viviendas representan el 53% del total de casos estudiados, siendo significativa su presencia en las comunidades Palma Real (el 100% son del estado TTM), Infierno, Diamante, Boca Pariamanu y en menor grado en San José del Karene, Boca del Inambari, Shintuya y Puerto Arturo.

Cada comunidad presenta un nivel tecnológico distinto; utilizando los mismos materiales obtenidos

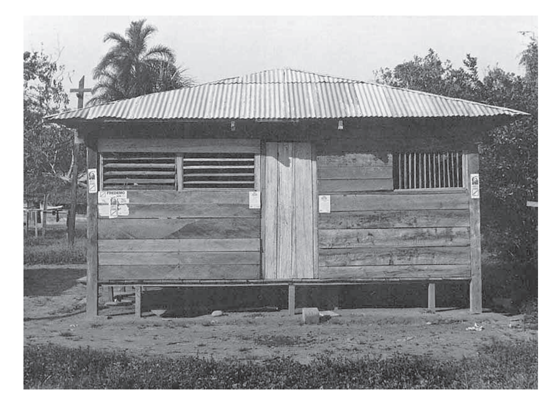


Figura 9
Vivienda Tradicional en la CN Boca del Inambari (Foto: T. Olórtegui, 1989)



Figura 11
Vivienda Tránsito Tradicional Moderno en la CN Palma Real (Foto: T. Olórtegui, 1989)

PARTES O ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN		NOMBRE VERNACULAR	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE
SOPORTE	TECHO	PINTANA	ANONACEAE	XILOPIA sp./OXANDRA MEDIOCRIS
		CASHA-PONA	?	SOCRATEA sp.
	HORCONES ó COLUMNAS	HUACAPÚ	OLACACEAE	HEISTERIA sp.
		CUMALA	MYRISTICACEAE	IRYANTHEA sp./OTOBA PARVIFLORA
		ESTORAQUE	FABACEAE	MYROXYLON BALSAMUN
	PISO	HUACAPÚ	OLACACEAE	HEISTERIA sp.
		PINTANA	ANONACEAE	XILOPIA sp./OXANDRA MEDIOCRIS
PIEL	TECHO	SHAPAJA	PALMAE	SCHEELA
		PALMICHI	PALMAE	GEONOMA sp.
	PAREDES	HUASAÍ	PALMAE	EUTERPE sp.
		PONA	PALMAE	IRIARTEA sp.
		CEDRO MACHO (en el caso de tablas)	ANACARDIACEAE	TAPIRIRIA sp.
	CERCOS	CAÑA BRAVA	GRAMINAE	GYNERIUM SAGITTATUM
	PISO	PONA (batida)	PALMAE	IRIARTEA sp.
UNIONES		TAMSHI	ARACEAE	HETEROPSIS sp.

Tabla 1
Especies regionales utilizadas en la construcción de viviendas[3]

del bosque (ver Tabla 1), pero con diferente procesamiento según las herramientas empleadas en su obtención.

Los sistemas constructivos empleados están basados en la antropometría, toman como referencia el cuerpo humano: la longitud de sus brazos, manos, dedos extendidos y estatura para dimensionar las piezas constructivas de sus viviendas. Las técnicas constructivas tradicionales de amarrado y ensamble de maderas en las superestructuras y tejido de hojas para los techados se emplean en las construcciones que usan materiales naturales, como hojas de palmeras y maderas rollizas; por ejemplo en Palotoa-Teparo y en Boca Inambari donde las viviendas tienen un estado tecnológico Tránsito Autóctono Tradicional y Tradicional respectivamente.

En las viviendas modernas o en tránsito de lo tradicional a lo moderno emplean maderas procesadas, es decir cortadas o tableadas con motosierras o en aserraderos, además de productos industrializados como planchas de zinc y clavos. En estos casos utilizan dimensiones comerciales y sus uniones son clavadas. La CN Shintuya tiene los mayores ejemplos de estas viviendas.

Independientemente del estado tecnológico, las denominaciones de las piezas constructivas y partes de las viviendas guardan relación con la mitología y cosmovisión indígena, siendo la casa una representa-

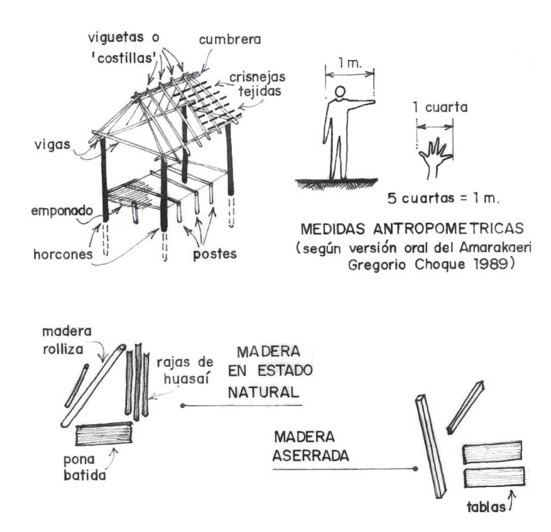
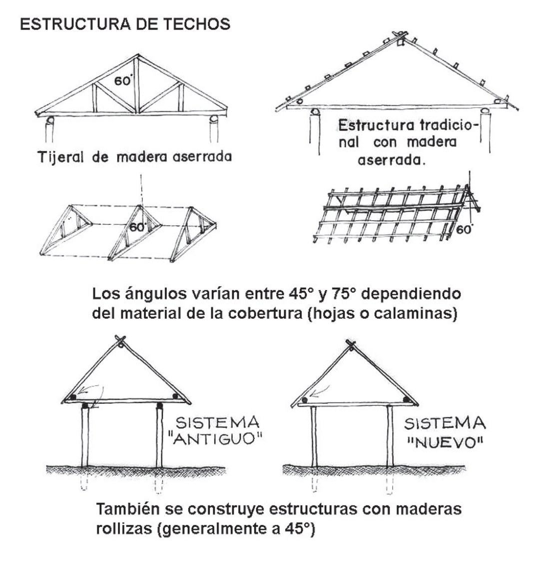
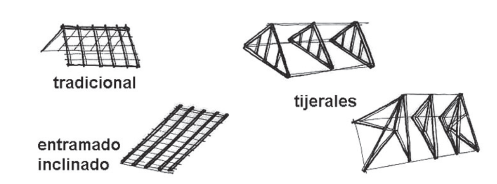
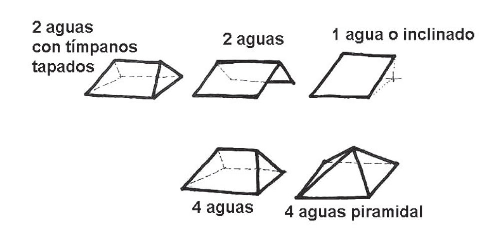


Figura 12
Sistemas constructivos de la vivienda indígena (Fuente: elaboración propia, 2015)







Figuras 13 y 14
Estructuras y formas de techos (Fuente: elaboración propia, 2015)

ción del cosmos del indígena, cuya planta simboliza el territorio ocupado por el grupo indígena y las paredes y coberturas del techo son el la bóveda celeste o el cuerpo de la madre que cubre y protege a los que se aloja dentro.

Las superestructuras son de aporticados de columnas u «horcones» enterrados en el suelo y vigas amarradas o clavadas. Los pisos son entramados de madera elevados a 1 m del suelo. Los techos presentan formas y estructuras variadas dependiendo de los materiales empleados. Para techos inclinados se emplea entramados inclinados; para techos a dos aguas construyen estructuras tradicionales de dos vigas a modo de pares sin nudillo, unidos en la parte superior por una cumbrera. Cuando utilizan materiales industrializados como planchas de zinc en las coberturas, construyen tijerales clásicos de madera aserrada (ver figuras 13 y 14), con elementos de triangulación interior y viguetas en la parte superior. Los ángulos de inclinación de las coberturas de techo varían dependiendo del material usado, cuando se trata de hojas de palmeras, emplean como mínimo 100% de pendiente (45º) para facilitar la evacuación de las aguas pluviales y cuando emplean planchas de calamina utilizan menores pendientes (20º-30º) haciendo los techos más planos para ahorrar materiales.

En las comunidades Harákmbut (Boca Inambari, San José del Karene y Shintuya) se observa mayores cambios formales y los únicos ejemplos de viviendas modernas, siendo los Ese'Eja (Infierno y Palma Real) quienes demuestran una mayor búsqueda espacial en el interior de sus viviendas y acabados constructivos.

También merece especial atención el caso de la comunidad Kichwa Runa (Puerto Arturo) que presenta detalles muy finos de estantería adosada a las paredes; óptimamente logrados en cuanto a estructura y forma, siendo a la vez únicos en Madre de Dios.

Conclusiones y algunas sugerencias en el campo de la vivienda nativa

No pretendemos aquí normar el diseño ni la construcción de las viviendas en comunidades nativas pues consideramos que éstas deben surgir del contexto cultural de cada grupo étnico. Anotamos ciertas conclusiones y sugerimos algunas pautas generales que contribuirían a mejorar las condiciones de habitabilidad en las comunidades nativas:

- La tipología T-2 casa y cocina es la que se adecúa mejor a las actividades y estilo de vida nativo.
- A pesar de ciertos intentos de mayor compartimentación interior, se observa la tendencia hacia un espacio amplio que permite mayor comodidad y desplazamiento en el interior de las viviendas.
- Observamos que existen contradicciones entre las nuevas demandas espaciales que surgieron con la intensificación de la actividad aurífera y maderera en las comunidades, que demandaron nuevos recintos (como depósitos para guardar mangueras, motosierras, etc.) y la forma y distribución de las viviendas.
- La escasez de ciertas especies madereras como el *huasaí* o la *pona* para los pisos y paredes que permiten una mejor ventilación a través de los intersticios de separación, ha inducido a emplear tablas en estos acabados que traen consecuencias negativas al paso del aire al interior pero que, se acomodan mejor a la colocación de mobiliario doméstico, cada vez más frecuente en las viviendas nativas.
- Se recomienda el uso de maderas locales en la construcción.
- El uso de calaminas es más por prestigio que por las ventajas que ofrece; la durabilidad es su única ventaja, el alto costo, el calor y ruido excesivo que causa al interior de las viviendas son sus mayores desventajas.
- Las envolventes, sea cual fuere su material y estado tecnológico, deberían ser permeables al paso del aire para generar confort interno en las viviendas.
- Por razones de ventilación y privacidad, la vivienda no debería estar adosada lateralmente a otras edificaciones; de igual manera se debería elevar en lo posible los volúmenes del suelo para evitar la humedad de la tierra.
- Es necesario respetar el área libre circundante a la vivienda, donde se desarrollan actividades sociales y se ubican locales anexos como gallineros y depósitos.
- En lo formal es aconsejable mantener las proporciones armónicas de las viviendas así como las inclinaciones de los techos (ya que éstos garantizan un mayor confort debido al mayor volumen de aire que albergan en la parte superior, dejando el espacio habitable siempre fresco).
- Se recomienda las siguientes proporciones y medidas:
- En las plantas: a/L=1/1,6, a/L=1/2
- Altura promedio de piso al lado menor del techo: 2,50-3,00 m.
- Altura promedio del suelo al piso elevado: 1,00 m.
- Inclinación de techos: mayor o igual a 45º.
- De manera general podemos decir que las comunidades nativas continúan experimentando alternativas tanto formales espaciales como de uso de materiales en la búsqueda de soluciones habitacionales que se adecúen a su estilo de vida.
- Finalmente, es preciso un desarrollo tecnológico intermedio, accesible al nativo que se integre dentro de su cultura mediante la comprensión de los beneficios que de éste puede obtener para resolver problemas técnicos que brinden mayor estabilidad a sus edificaciones; así como problemas ambientales de mayor complejidad como la contaminación de las aguas, suelos y disposición de residuos.

Notas

1. La investigación de campo se llevó a cabo entre 1988 y 1990 con apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) bajo el auspicio del Instituto Indigenista Peruano (IIP).

2. El total estudiado está compuesto por 46 viviendas. este total significa el 23% del universo de viviendas existente en las comunidades nativas mencionadas en este estudio, es decir 196 viviendas.
3. Cabe mencionar que estas especies son utilizadas tanto en la construcción de viviendas tradicionales (T) como en las de transición tradicional moderno (TTM) y modernas (M). La diferencia radica en el procesamiento del material. En el caso de las viviendas tradicionales los elementos de construcción se presentan en su estado natural (como madera rolliza y cortada en *rajas*). En los otros casos dichos elementos se presentan aserrados (*horcones, postes* y vigas y tablas de sección cuadrada).

Lista de referencias

Ariz, Javier. 1957. «Ven a mi rio». En *Misiones Dominicas del Perú*, 39:, 195-200.

Barriales, Joaquín y A. Torralba. 1970. *Los Mashcos Hijos del Huanamei*. Lima: Secretariado de Misiones Dominicas del Perú.

Barriales, Joaquín. 1977. *Matsigenka*. Lima: Secretariado de Misiones Dominicanas.

Califano, Mario. 1982. *Etnografía de los Mashco de la Amazonía Sudoccidental del Perú*. Buenos Aires: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Cornejo Bouroncle, Jorge. 1943. Los Indios Machcos (Perú). En: *Revista Geográfica Americana*, 9: 331-338. Buenos Aires.

Chaumeil, Jean Pierre. 1987. *Ñihamwo. Los Yagua del nororiente peruano*. Lima: Centro Amazónico de Antropología y Aplicación Práctica.

Farabee, William Curtis. 1922. «Indian Tribes of Eastern Peru». *Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology,* Vol. X, Cambridge, Mass.: Harvard University.

Ferstl, Edmund. 1984. *Die Machiguenga im Parque Nacional del Manu, Madre de Dios (Südostperu)*. Tesis de Doctorado, Universidad de Viena.

Fonseca, Lorenzo y A. Saldarriaga. 1980. *La arquitectura de la vivienda rural en Colombia*. Vol. 1. Bogotá: Colciencias.

Grain, José María. 1938. «La vivienda Machiguenga». En: *Misiones Dominicas del Perú*. Vol. XX, 92-93. Lima.

Gray, Andrew. 1983. *The Amarakaeri: An Ethnographic Account of Harákmbut People from Southeastern Peru*. Ph.D-Diss.: Universidad de Oxford (no publicado).

Gray, Andrew. 1984. «Los Amarakaeri: Una Noción de Estructura Social». En: *Amazonía Peruana*. Vol. 10, 47-63. Lima.

Gray, Andrew. 1986. *Y después de la fiebre del oro...?. Derechos humanos y autodesarrollo del sudeste del Perú*. Copenhagen: Documento IWGIA Nº 5.

Hozman, Guenther. 1953. «La tribu mashca». En: *Misiones Dominicas del Perú*, Vol. 35, 17-19.Lima.

Norberg-Schulz, Christiam. 1971. *Existencia, Espacio y Arquitectura*. Londres: Seudovista.

Nordenskiöld, Erland. 1905. «Beiträge zur Kenntnis einiger Indianerstämme des Rio Madre de Dios - gebietes». En: *Ymer*, 25:265-312. Stockholm.

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). 1972. *Inventario, Evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios*. Lima.

Olórtegui del Castillo, Tanith. 1985. *Estudio de los patrones de asentamiento y vivienda del Grupo Yagua (Selva Baja*). Tesis de Bachiller en Arquitectura, Universidad Ricardo Palma. Lima.

Olórtegui del Castillo, Tanith. 1987. *Centro Etnobiológico AMETRA 2001*. Tesis de Título Profesional. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Lima.

Olórtegui del Castillo, Tanith y K. Rummenhöller. 1990. «Cambios en la arquitectura de las viviendas de grupos nativos en Madre de Dios. El caso de la comunidad nativa Boca del Inambari». En: *Perú Indígena*, Vol. 12, Nº 28, 111-144. Lima: Instituto Indigenista Peruano.

Ríos, Manuel A. et al. 1986. *Plan Maestro – Parque Nacional del Manu*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Rossi, Aldo. 1979. *Arquitectura*. Madrid: Edición Alianza.

Rummenhöller, Klaus; C. Cárdenas y M. Lazarte. 1991. *Diagnóstico Situacional de Comunidades Nativas de Madre de Dios. Propuestas para un autodesarrollo*. Lima: Instituto Indigenista Peruano.

Szyszlo, Vicente. 1985a. «La arquitectura de los piros». En: *Extracta.* Vol. 3, 6-12. Lima.

Szyszlo, Vicente. 1985b. «Los asentamientos piro y la persistencia de su identidad». En: *Antropológica*. Vol. 3, 143-152. Lima.

Vellard, Jehan. 1977. «Los indios guarayos del Madre de Dios y del Beni». En: *Boletín del Instituto Riva Agüero*. Vol. 10, 137-167. Lima.

Wahl, Lissie y K. Rummenhöller. 1991. *La Región del Madre de Dios* – Bibliografía Anotada. Cusco: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas.

Zeleny, Minislav. 1976. *Contribución a la etnografía y clasificación del grupo étnico huarayo (ece'je), Madre de Dios* – Perú. Praga: Universita Korlova Praha.

La bóveda de rollizos de las iglesias coloniales de Yucatán

Marisol Ordaz Tamayo
Ignacio Bojórquez Carvajal

La tecnología constructiva de la arquitectura religiosa colonial de Yucatán, es el reflejo de las influencias ideológicas dominantes en su época de producción, vinculado a sus procesos sociales, políticos, económicos y técnicos, así como a los recursos naturales de los cuales se valieron para la producción de este género de arquitectura, uno de los más importantes en esta región, diseminado en todo el Estado con una fuerte identidad regional.

La fusión de dos culturas es un aspecto que se ve fuertemente reflejado en las edificaciones religiosas en Yucatán, por un lado la mano de obra indígena y por otro los modelos arquitectónicos y sistemas constructivos hispanos que se fueron adaptando a los materiales y técnicas constructivas y estructurales que dominaban los indígenas, creado una arquitectura propia, coherentemente armonizados en su expresión formal y respuesta espacial a las nuevas funciones impuestas por los conquistadores.

La integración de la tecnología maya con la aportación ibérica se dio en el conocimiento de las características de los materiales naturales de la región para cada uso, como son la piedra y la madera; el conocimiento del proceso de producción o extracción y forma de uso de materiales como la cal viva y el *sahkab,*[1] la fabricación de materiales combinados, como el mortero de cal y el *bahpek*.[2] También se dio en el conocimiento del procedimiento constructivo de la mampostería de piedra, en sus diversas variantes en los muros, cubiertas y pisos de las edificaciones mayas, así como en la aplicación de acabados y tallado de piedras, similar en las construcciones religiosas propuestas en la época colonial.

Uno de los sistemas de aportación española, no por la técnica, la cual era conocida por los indígenas mayas, sino por los claros a cubrir, fue el empleo de la bóveda de cañón corrido de mampostería de piedra,[3] este sistema fue el más utilizado durante el siglo XVI, en el siglo XVII en pleno auge constructivo de edificaciones religiosas en la colonia, surge una solución para cubrir las naves de las iglesias, la bóveda de rollizos. El conocimiento de los indígenas mayas desde la época prehispánica de la techumbre de rollizos, así como del uso de los tipos de madera específica para la función estructural, derivada también de su práctica constructiva en la fabricación de sus techumbres de sus casas durante la colonia; la utilización primigenia de la piedra en variantes como el mamposteo en muros y pisos y la experiencia adquirida en la fabricación de las bóvedas, apoyaron en el éxito de la fabricación de esta variante constructiva.

El presente estudio trata sobre la caracterización de la tipología constructiva de este sistema sencillo, aporte estructural significativo y eficiente que por su economía y conocimiento de la práctica constructiva de los indígenas, pudo diseminarse en toda la Península. Se llevó a cabo el registro in situ de 50 edificaciones religiosas que tuvieron este sistema, en el que se identificaron y analizaron los elementos estructurales, sus características físicas y constructivas, materiales, variantes constructivas y función estructural, así como la experiencia de la reproducción, restaura-

ción y conservación del sistema de cubierta, que está en vías de perderse, lo que hace pertinente y necesario su mayor conocimiento.

Antecedentes

Ubicación y condiciones geográficas

El estado de Yucatán se caracteriza por tener el clima en la región norte más seco, en el extremo septentrional el promedio de lluvia es más bajo: apenas unos 45 mm en el año. Tal circunstancia se refleja en la vegetación, pues ésta se va haciendo más baja a medida que aumenta la latitud.

El terreno calizo que cubre el Estado de Yucatán es más poroso que en otras áreas de la zona maya, y permite que se escurran las aguas de la lluvia hacia el drenaje subterráneo natural, formando ríos y depósitos subterráneos, con el resultado que no existen ríos en la superficie y los lagos sólo aparecen en las fallas geológicas, al este de la península. Gran parte de la región carecería totalmente de agua si no fuera porque hay sitios a los que se puede entrar por brechas o aberturas en la costra caliza o, en los que los casos en que se ha hundido totalmente dicha costra caliza, que están a cielo abierto dando acceso a los depósitos interiores de agua. De hecho, las poblaciones mayas en la península, se desarrollaron cerca de estos únicos depósitos naturales de agua llamados cenotes.[4]

El sistema constructivo de rollizos se desarrolla en casi todo el estado de Yucatán, excepto la región sur, concentrándose la mayoría en la zona norte y noreste, que corresponde a las regiones de la Costa y de Valladolid, de acuerdo a la división administrativa de partidos que existían en la Provincia de San José de Yucatán (figura 1). Esta región cuenta con un suelo pedregoso, buena variedad de madera dura, así como oquedades o cuevas con material calizo conocido como *sahkab*, materiales que se utilizan ancestralmente en la construcción, desde los mayas.

Orígenes

En Yucatán, el empleo del rollizo se remonta a la época prehispánica, si bien no era utilizado para la construcción de bóvedas, si era empleado en la construcción de cubiertas planas como se puede apreciar en las ruinas arqueológicas en la costa caribeña de Quintana Roo (figura 2), también se utilizó para dinteles de puertas, como tirantes con ataduras decorativas en el centro (insertados en los extremos de las bóvedas en saledizo) y para encofrados.

IGLESIAS CON CUBIERTA DE BÓVEDA DE ROLLIZOS O SISTEMA SIMILAR ENTRE LOS SIGLOS XVII Y XIX EN EL ESTADO DE YUCATÁN
GOLFO DE MÉXICO

Figura 1
Iglesias con cubierta de bóveda de rollizos o similar entre los siglos XVII y XIX en el Estado de Yucatán (Dibujo M. Ordaz, plano de base de la SCT 2006)

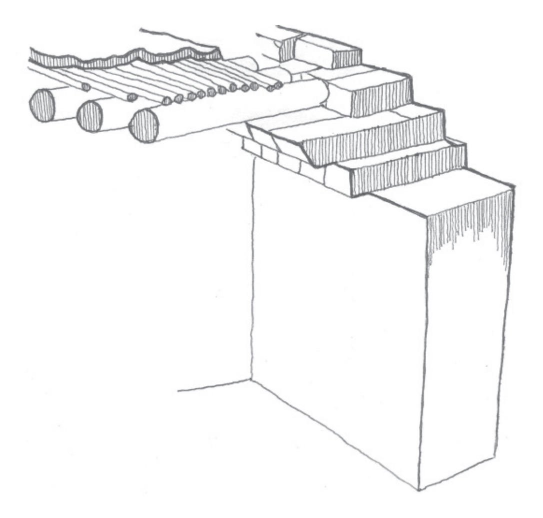


Figura 2
Esquema estructural utilizado en el Posclásico en la arquitectura maya de la costa caribeña de Quintana Roo (Gruber 2001)

A la llegada de los franciscanos entre 1544 y 1545 (González 1978, 81-2), se inicia la construcción de edificaciones religiosas de gran monumentalidad como los conventos, estas primeras edificaciones no utilizan el sistema de rollizo en la construcción de bóvedas de las naves pero si como cubierta plana en otras áreas, al igual que las obras civiles que se fueron edificando con la aparición de pueblos y ciudades.

En los primeros tiempos, las naves de las iglesias de importancia fueron cubiertas con bóvedas de piedra, material más utilizado en esta región. Con el paso del tiempo, «hacia mediados del siglo XVII se hizo endémico en Yucatán la bóveda de rollizos dispuestos sobre arcos, ingeniosamente espaciados de acuerdo a la longitud de los rollizos que se tenían disponibles». (Bretos 1992, 23)

Este sistema constructivo fue probablemente implementado, debido a la necesidad de contar con espacios religiosos de una manera lo más práctica, rápida y barata posible, lo cual se logró ya que no representó novedad para la mano de obra indígena, quienes fueron habilitados en la técnica sin problemas.

En el caso de España podemos ver este sistema en diversas cubiertas planas de edificaciones de arquitectura tradicional popular del sur, sureste y noreste de España o en algunas edificaciones religiosas cubriendo naves de iglesia de menor jerarquía como es el caso de la Ermita de San José de origen medieval con influencia mudéjar, en la localidad de Azuara, Zaragoza, que rememora la manera como se utilizaba en las cubiertas planas de edificaciones civiles y en las cubiertas con sistema de rollizos de las edificaciones religiosas de la colonia en Yucatán.

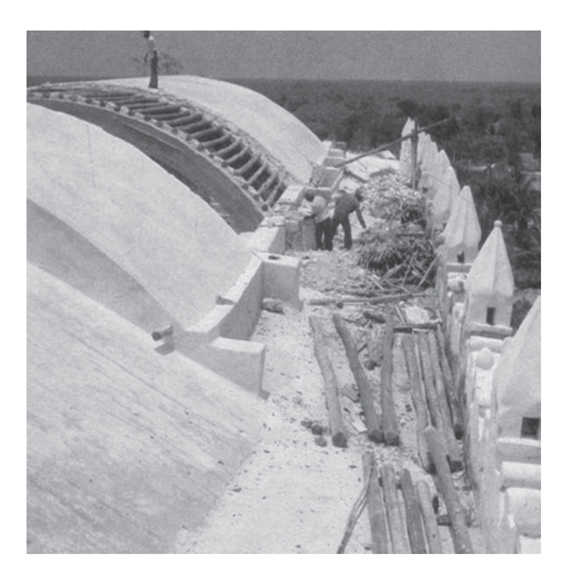


Figura 3
Reconstrucción de bóveda de rollizos. Iglesia de Tihosuco, Quintana Roo (México-SAHOP 1982)

Se puede considerar que este sistema estructural es una variante, mezcla del conocimiento constructivo indígena y también española, aplicado a la concepción de bóveda de cañón, que como se mencionó anteriormente, se hizo endémico de la Península de Yucatán. Su diseminación obedece tanto a la presencia y obtención de la materia prima, como a otros factores de carácter económico y facilidad constructiva, dado que su presencia está en toda la región, incluyendo a los estados de Campeche y Quintana Roo que pertenecen a la Península de Yucatán (figura 3).

Materiales utilizados

El sistema de rollizos tiene la ventaja de utilizar sólo materiales básicos para su estructura (madera, piedra, cal y agua) y revestimientos a base de cal, *sahkab* y resinas vegetales, materiales que ancestralmente ya utilizaban los naturales de la región. Para este sistema en orden de importancia son:

La madera

Toda la madera que se utilizó en la construcción de los edificios religiosos en el estado de Yucatán proviene de la selva baja caducifolia, ubicada en un área extensa de la zona norte de Yucatán, y de la selva mediana subperennifolia a todo lo largo de la zona central del estado.

Las maderas utilizadas especialmente en las bóvedas con sistema de rollizos son: *chakte'*, *sac chakte'* o *chakte'* viga (*caesalpinia mollis*), madera sólida para la construcción de viguetilla y rollizos; *che'chem* (*metopium brownei*), madera de bello jaspe, de resina corrosiva para rollizos y también para ebanestería; *ha'bin* (*piscidia piscipula*) madera muy sólida y duradera, fuerte como encina para rollizos, canes, marcos y ventanas; *ya'*, chicozapote o chicle (*manilkara sapota*), construcción de viga, varengas y rollizos; *bojón* (*cordia alliodora*), para rollizos; el

chucúm (*pithecellobium albicans*) el *chulul* (*apoplanesia paniculata*), para vigas y viguetillas.

Se ha podido constatar también en este estudio, mediante la observación de los rollizos originales que han sido cambiados, el uso de los siguientes tipos de madera dura para rollizos: *pukté* (*bucida buceras*) y *ya'ax nik* (*vitex gaumeri*).

La piedra

Debido a las características geológicas del suelo, el material más abundante y utilizado en el Yucatán colonial fue la piedra caliza o calcárea. Fray Diego de Landa menciona: «Yucatán es una tierra la de menos tierra que he visto, porque toda ella es una viva laja, y tiene a maravilla poca tierra, tanto que habrá pocas partes donde se pueda cavar un estado sin dar con grandes bancos de lajas muy grandes». (Landa 1982, 117)

También el cronista Ciudad Real, hace referencia a la abundancia de piedra: «Hay en Yucatán mucha y muy buena piedra, así para los edificios, como para hacer cal,...». (Ciudad Real 1976, 2: 315)

Las piedras utilizadas para la construcción de los arcos fajones que sirven de apoyo de las bóvedas de rollizo, son las *tzales,*[5] que son planas; la *saktunich* y la *sekeltunich* o *toktunich*. Para la fabricación del *bahpek* de la cubierta, se utiliza pequeñas piezas planas sacadas de dichas piedras.

La cal

La cal, fue otro material básico para la construcción durante la colonia, fue indispensable en la elaboración de la mayoría de los morteros utilizados en las construcciones religiosas, gracias a la gran cantidad de piedra caliza adecuada para la obtención de la misma (Landa 1982, 117).

La obtención de la cal se realizaba mediante la transformación de la piedra caliza, de hilada, sometida a elevadas temperaturas en hornos construidos para tal fin. Thompson (1984) narra que, los hornos se preparaban con capas sucesivas de palos de madera dura colocada en forma radial y rellenando apretadamente con leña los espacios entre ellos, como una gran rueda que alcanzaba los 6 m de diámetro, alrededor de un poste hasta alcanzar unos dos metros de altura; encima de la pila se colocaba una capa de piedras calizas fragmentadas con un espesor de 60 cm en la orilla y 90 cm en el centro; quitando el poste guía se encendían los hornos vertiendo brasas en el agujero resultante; debido al aire que penetra por los intersticios laterales el fuego se aviva dando paso a grandes llamas que consumen el armazón de maderas, precipitándose las piedras en la lumbre (figura 4). La cal se dejaba apagar por la acción de las lluvias o la humedad de las noches (Thompson [1959] 1984, 282-83).

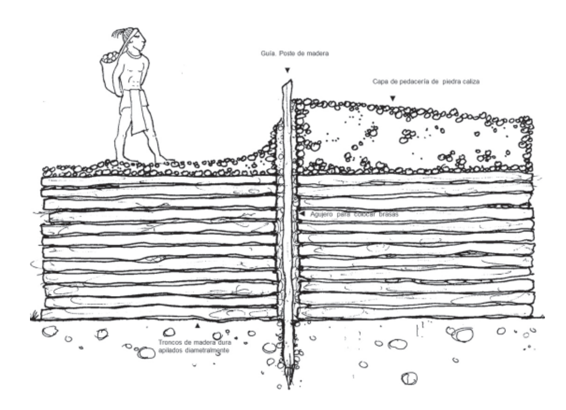


Figura 4
Corte de un horno de cal basado en la descripción de Thompson (Dibujo I. Bojórquez)

En algunos casos en que se ha intervenido alguna bóveda con recursos de las comunidades, se ha seguido realizando la obtención de la cal mediante el proceso de transformación de la piedra caliza en los hornos a la manera prehispánica, utilizando piedra *sakelbach* y maderas de *chaká*, *katzín* o *ha'bín*, para el horno, las cuales deben utilizarse verdes, pues la resina ayuda a la combustión.

La tierra

En la Península de Yucatán, debajo de la coraza calcárea o laja superficiales, se encuentra una segunda capa de calizas blandas que tienen el nombre maya de *sahkab* (tierra blanca), la cual es la tierra que más se utilizó en la construcción de bóvedas. Duch lo describe como un material «…por lo regular de consistencia suelta y pulvurienta, a veces ligeramente consolidado y masivo…». (Duch 1988, 41-2)

Fue utilizado como agregado, terciado con la cal, para los diversos morteros utilizados en la construc-

ción prehispánica, al igual que en las coloniales. En este sentido, Landa menciona: «...en cada pueblo labraban un templo por el gran aparejo que hay de piedra y cal y cierta tierra blanca excelente para edificio». (Landa 1982, 11-2)

López también se refiere a este material en la construcción de la Ermita de *Tekax* y narra que, «... Cuando le labraban la capilla de bóveda de piedra en que ahora está, andaban muchos muchachos sacando una tierra blanca que se llamaba sahkab en esta lengua de indios y sirve para mezcla con la cal en los edificios». (López 1957, 360-1)

En las regiones del sur de Yucatán también le agregaban *k'ancab*, tierra roja arcillosa.[6]

El agua

Las ciudades mayas donde se fundaron ciudades novohispanas en la Península de Yucatán se desarrollaron cerca de cenotes, lo que facilitó el acceso al agua, el cual era determinante en la vida colonial de Yucatán, tanto para el consumo humano como para la construcción. Para su extracción se desarrolló la ingeniería hidráulica a base de norias las cuales en su origen fueron de tracción humana y posteriormente con bestias de tiro (Bretos 1972, 23-4), lo que significó notable avance.

Ciudad Real, en su visita al convento de Sisal en Valladolid (figura 5), menciona la importancia de estas norias para los frailes y la población (letra cursiva en el original):

> Hay en aquel convento una bonita huerta, en que se dan plátanos, aguacates, guayabas, … y mucha y muy buena hortaliza; riégase todo con agua que viene del anoria del pueblo, … el que está fundado sobre un *zonote* muy grande, que está debajo de la tierra, debajo de la peña viva y tiene tres o cuatro bocas, como bocas de pozo, una de las cuales sale a la cocina del convento, y sobre otra esta armada la anoria del pueblo junto a la cual hay dos pilas grandes, en que echan agua para el sustento de todos (Ciudad Real 1976, 2: 324)

Características tecnológicas de la bóveda de rollizo

La bóveda de rollizo consiste en una cubierta cilíndrica con arco generatriz de medio punto o rebajado,

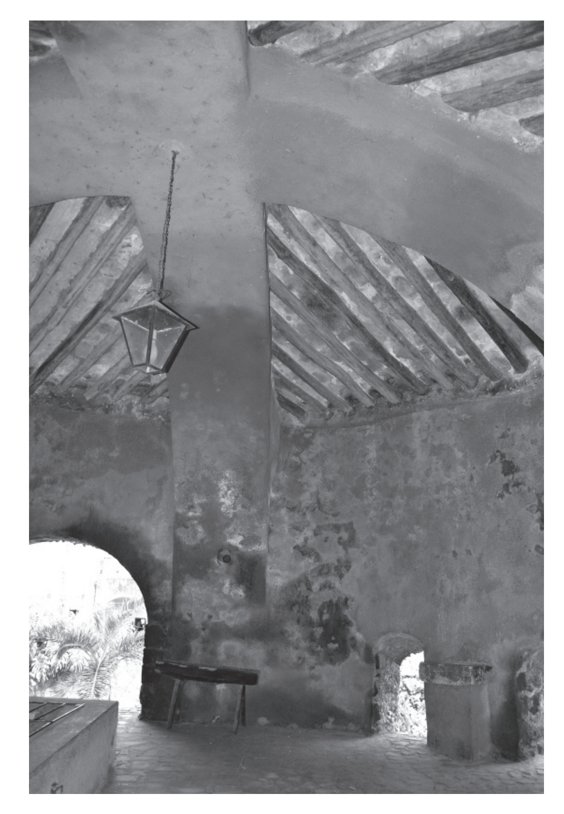


Figura 5
Cubierta de la noria del ex convento de San Bernardino, Valladolid, Yucatán (Fotografía M. Ordaz)

de doble curvatura o rebajadas que a la altura de los riñones son planas hasta el muro, soportada por rollizos apoyados en arcos fajones de medio punto, rebajados, excepcionalmente, lobulados o mixtilíneos y muros, que transmiten la carga de estos, a pilastras reforzadas o no con contrafuertes que absorben los empujes (figura 6).

En el caso en el que la tipología edificatoria cambia a tres naves, los arcos que soportan la bóveda de rollizos se apoyan en pilares o columnas, como es el caso de Sacalum y Oxkutzkab, en estas iglesias sólo la nave central se cubre con bóveda de rollizos (figura 7).

Las edificaciones religiosas coloniales donde se empleó el sistema de bóveda de rollizos, fue exclusivamente en las cubiertas de las iglesias, ya bien sea en la nave y/o el presbiterio de algunas de las que

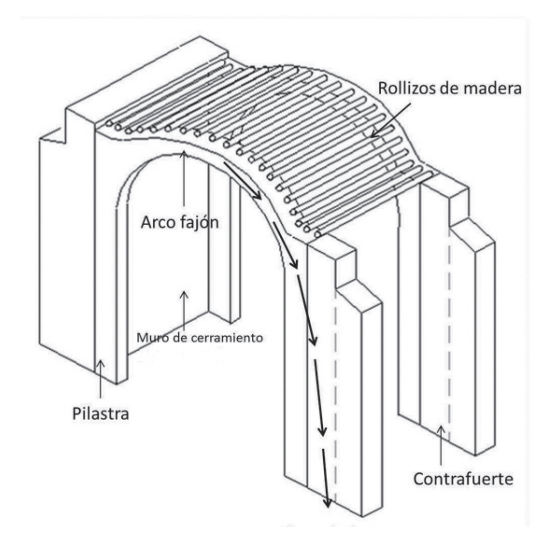


Figura 6
Líneas de fuerza en elementos portantes. Sistema de bóveda de rollizos (Dibujo M. Ordaz)

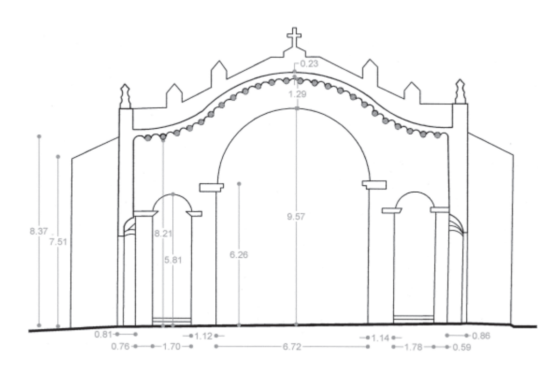


Figura 7
Iglesia de Sacalum de tres naves con cubierta de bóveda de rollizos (Dibujo M. Ordaz)

fueron capillas de indios, en el caso de los coros bajos se utilizó este sistema generalmente como cubierta plana, no así los coros altos que fueron continuidad de la nave (figura 8).

Criterios empleados en la construcción de las iglesias con sistema de rollizos

Los cimientos, muros o sistemas de soporte, como pilares, pilastras o columnas, eran construidos con la



Figura 8
Bóveda de rollizos de la nave de la iglesia de San Juan en Mérida, Yucatán

piedra y mortero de cal, un tipo de construcción sólida que le da estabilidad a la construcción, aunado a una secuencia de arcos con trazo de medio punto. La madera, material más liviano era colocado en la parte superior como parte de la cubierta, lo conformaban diversos elementos como las vigas, los canes y las vigas de arrastre. El elemento de transmisión entre los materiales pesados y ligeros es el recubrimiento de la cubierta, una mezcla mixta (pedacería de piedra y mortero de cal), de peso más ligero que los apoyos y la disposición ordenada de vigas de madera, pero cuya composición ayuda a la rigidez y unión de todo el sistema, propio para esta región que no presenta movimientos telúricos (figura 9).

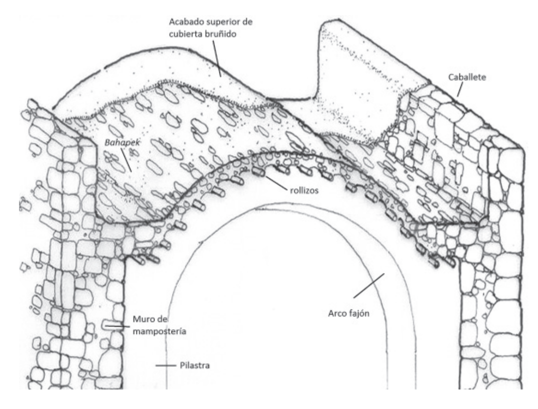


Figura 9
Sistema de bóveda de rollizos (Dibujo M. Ordaz)

El sistema constructivo y sus elementos de composición

Es un sistema unitario estructuralmente con respecto a sus apoyos (arcos fajones de mampostería sostenidos por pilastras o pilares), unidad estructural que se la proporciona la capa superior llamada *bahpek*. Los elementos estructurales de este sistema de cubierta son:

Arcos fajones

La fábrica de este tipo de bóveda comienza con la construcción de los arcos fajones de piedra aparejada a partir del nivel de la imposta sobre las pilastras; se va formando los riñones entre el extradós del arco y el muro de mampostería. La fábrica de los arcos fajones de piedra aparejada se inicia, después de colocada la cimbra, con la primera hilada del arco colocando primero las piedras de los salmeres en ambos extremos, siendo estos de mayor dimensión que los aparejos; luego se colocan uno o dos aparejos en línea, según el grosor del arco, siguiendo su colocación al mismo tiempo desde los extremos al cerrar el arco. Las piedras *tzales,* de 10 a 15 cm de espesor, de 30 a 40 cm de ancho y de 40 a 50 cm de largo, se colocan perpendiculares al intradós del arco junteadas con mortero de cal y *sahkab*, ajustándolas con rajuelas; para cerrar el arco se coloca la piedra clave, forzando su colocación entre las piedras contraclave.

El sistema con rollizos funciona como arriostre de los arcos fajones, lo que ayuda a estabilizar estos elementos y en conjunto a la edificación, cuya pared de fachada es un elemento constructivamente suelto, como lo evidencian grietas entre el muro de fachada y los muros de cerramiento laterales en numerosas iglesias coloniales de Yucatán

Elementos estructurales de madera

El conjunto está conformado por vigas de rollizo, canes y vigas de arrastre, aunque no siempre lo componen todos los elementos, según lo que se pudo determinar en este estudio, existen tres diferentes tipologías constructivas de esta cubierta, pero el sistema más completo incluye los tres elementos mencionados (figura 10).



Figura 10
Bóveda de rollizos con vigas de arrastre y canes. Cubierta de la iglesia de kimbilá, Yucatán (Fotografía M. Ordaz)

En la mampostería del arco se van formando dientes para alojar los canes y los rollizos de madera. Los rollizos son de madera dura de la región de aproximadamente entre 10 y 20 cm de diámetro y tramos entre 1,22-5,26 m (sin empotramiento), separados aproximadamente 15-25 cm, colocándose debajo de cada uno de ellos un can de sección rectangular de moldura sencilla de aproximadamente 15 cm de ancho por 10 cm de alto y 20 cm de largo con un empotramiento de aproximadamente 40 cm , o sobre una viga de arrastre, la cual es de sección circular, colocada por tramos a lo largo de todo el arco, colocándose en la unión de cada tramo un can de madera como soporte, en el caso de ser tramos muy largos se colocan canes intermedios (figura 11).

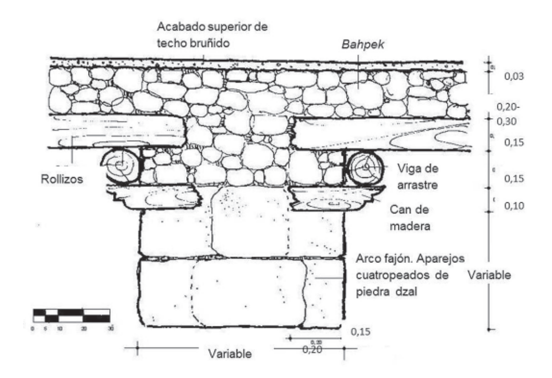


Figura 11
Detalle constructivo de la bóveda de rollizos. Tipología de rollizos de vigas de arrastre y canes (Dibujo I. Bojórquez)

Bahpek

Una vez colocados los elementos de madera, se forman bovedillas de piedra entre rollizos y se cuela la capa superior de *bahpek* (figura 12), la cual se extiende sobre la bóveda terminando la cubierta en extremos rectos por facilidad constructiva y ayudar al desagüe de la misma al ser el caballete de menor dimensión que los muros de cerramiento.

Los constructores que aún conservan la técnica para la realización del techo de *bahpek* explican que se ponen los rollizos con una separación de 20 cm, entre estas se acomodan los elementos que servirán de cimbra.[7] Los albañiles prefieren los varejones, el palo que crece en el centro de las pencas de henequén. Sobre los barejones se coloca una capa nivelada de *sahkab*, posteriormente, se empieza a colocar un mortero a base de cal y *sahkab*, en proporción de 1 por 5, esto es, por cada cubeta de cal cinco de *sahkab*, aunque la proporción se debe ajustar según sea la granulometría del *sahkab*, ya que hay muy finos. Luego se acomodan las piedras que deben ser planitas, estas se van amarrando o cuatropeando, como se hace en los hornos de las panaderías, es decir, las piedras deben colocarse horizontalmente y se van cruzando, se aseguran con cuñas y se procura que las piedras de la primera capa queden sobre viga para que carguen (Contreras 2010, 53).



Figura 12
Bahpek de una sección de la cubierta del camarín de la virgen de la iglesia de Popolá, Yucatán (Fotografía I. Bojórquez)

Acabado final

Cuando ya se termina de hacer el techo de *bahpek*, se quita el molde cortando por abajo los barejones que sirvieron como cimbra, cae el *sahkab* que sirvió como nivelación y se raspa el material que queda suelto, luego se pone el acabado tipo emparche y posteriormente se coloca la masilla entre los rollizos como acabado final

El acabado final superior, es de estuco bruñido a base de cal, *sahkab* cernido y resinas vegetales que le ayudan a la cohesión de los materiales y una mejor impermeabilización, mezcla utilizada tradicionalmente en los vestigios arqueológicos mayas, al respecto Gruber menciona, refiriéndose a cubiertas de vigas estucadas de las edificaciones mayas entre el clásico final y el posclásico que, «…para evitar filtraciones de agua, sobre todo en la época de las lluvias, se tenían que impermeabilizar constantemente con nuevas capas de estuco…» (Gruber 2001, 199).

Es muy probable que esta técnica de impermeabilización se siguiera utilizando en las edificaciones de la colonia ya que se ha podido apreciar una gruesa capa que compone el acabado final de estas edificaciones (figura 13).

Cambios y permanencias en el sistema de rollizos

Este sistema se utilizó sin grandes modificaciones para cubiertas de las iglesias hasta el siglo XVIII, es probable que la evolución en el trabajo de la carpintería para el corte, tallado y labrado de vigas y canes, de sección rectangular, con herramienta y equipo



Figura 13
Acabado superior de la bóveda de rollizos de la iglesia de Dzitas, Yucatán (Fotografía M. Ordaz)



Figura 14
Sistema de cubierta con rieles *Decauville* y teja. Iglesia de Tepakán, Yucatán (Fotografía M. Ordaz)

más sofisticado, haya originado la evolución de este sistema al de vigas y viguetillas.[8] El único ejemplo con trazo circular utilizando este sistemas es en la nave de la iglesia de Hecelchakan, Campeche, generalmente se utilizó como cubiertas planas de las edificaciones conventuales, anexos de iglesias, edificaciones civiles y en algunas cubiertas planas de iglesias, como es el caso de la Ermita de Santa Isabel en la ciudad de Mérida.

En su evolución tanto los rollizos como las vigas de madera fueron sustituidos por vigas de riel *Decauville*,[9] las cuales eran importadas para la construcción de todo el sistema de vías de comunicación ferroviario, desarrollado durante el Porfiriato en el siglo XIX, en el cual también aparece la teja francesa como parte del terrado funcionando como cimbra perdida, en sustitución de las boveditas entre viga y viga, del sistema de rollizos o como pedacería formando parte del *bahpek* (figura 14).

Con la aparición de este nuevo material en sustitución del rollizo, algunas de las iglesias que originalmente eran de bóveda de cañón, con el paso del tiempo y ante el colapso de algunas de ellas fueron sustituidas como fue el caso de la iglesia de Muna (Ordaz 2004, 320), originalmente de bóveda de cañón corrido de piedra cambiado por el sistema de rollizos y posteriormente con rieles *Decauville* y *bahpek*, con lo cual también se modificó su sistema portante de muros de carga a arcos fajones y pilastras y contrafuertes como refuerzo, modificando totalmente su apariencia.

En la actualidad, según datos arrojados por este estudio, de un total de 50 iglesias registradas en el Catálogo de Construcciones Religiosas del Estado de Yucatán con este sistema de cubierta (México-SHCP 1945), dos ya no existen,[10] el 30 % ha sido cambiado por otro sistema de cubierta, de las cuales 6 iglesias tienen sistema de vigueta y bovedilla con rollizos de fibra de vidrio simulando el sistema, el 10% tiene sistema de rieles *Decauville*, originalmente tuvieron sistema de rollizos, 7% están destechadas y en mal estado. Las que conservan el sistema de rollizos sólo un 10% se encuentra en buen estado.

Conclusiones

La adecuación tecnológica que sufrieron algunos de los sistemas constructivos hispánicos en Yucatán, se debió principalmente, a las características del suelo, resistencia y dureza de los materiales de la región, el medio físico-ambiental y también a los conocimientos y destreza de la mano de obra indígena. Por otra parte influyó en los procesos tecnológicos, los procesos sociales, políticos e ideología religiosa de los franciscanos y el clero en esta región.

La bóveda de rollizos, agilizó la construcción de las iglesias al no requerir cimbra, ni mano de obra especializada, lo que hizo que proliferara hasta ser el segundo tipo más importante en el siglo XVII en Yucatán, ya que también fue una respuesta local a la escasa economía de la región.

A medida que se fueron introduciendo nuevos materiales en el siglo XIX, el sistema se fue modificando, se sustituyen los rollizos de madera por las rieles *Decauville* y se introduce la teja francesa como parte de los materiales del nuevo sistema.

Probablemente la falta de conservación de la memoria constructiva y, sobretodo la pérdida del conocimientos de las características estructurales, funcionales y ambientales de los materiales que respaldan los procesos de las técnicas constructivas propuestas en el siglo XVII, aunado a la agilidad en la construcción que conllevan los nuevos sistemas estructurales, ha propiciado el cambio de estas cubiertas con materiales industrializados con o sin rollizos de madera o de fibra de vidrio adosados simulando el sistema original y creando así un falso histórico.

El siglo XX y el presente, no se han caracterizado por la evolución coherente o conservación de los sistemas estructurales y constructivos tradicionales sino por una ruptura, desnaturalización o peor aún su destrucción, lo que hace que corra el riesgo de perderse. Por otro lado, las virtudes de este sistema han hecho que en la actualidad se le tome como modelo para el desarrollo de nuevas propuestas de cubierta para viviendas económicas y de autoconstrucción.

Notas

1. Voz maya, que en la Península de Yucatán, significa «tierra blanca…» (Barrera 1980, 708). Se trata de una roca calcárea deleznable, descrita como *caliza* descompuesta. Los yacimientos abundantes de este material se llaman *sahkaberas*. Se emplea en la construcción como material inerte, material cementante.2. Argamasa a base de cal*, sahkab* y pequeñas piedras.
3. Sistema de cubierta utilizada en el preclásico. Se encontró un ejemplo en las excavaciones de las ruinas arqueológicas de Calakmul, Campeche.
4. De la palabra maya *dz'onot.*
5. *Tzales* o *Tzalus.* Significa laja, son piedras llanas que sirven como dovelas para construir arcos en la Península de Yucatán.
6. Tierra roja o amarilla, arcillosa o granulada, con buen contenido de cal, aluminio y hierro.
7. La explicación de la ejecución del sistema de rollizos fue dada por el constructor Natividad Romero de la localidad de Chocholá, Yucatán que aún conserva los conocimientos de la técnica tradicional.
8. Consiste en secciones rectangulares de mayor sección y espaciado entre ellas lo que hizo necesario el uso de las viguetillas de sección menor apoyadas sobre estas vigas y sobre las cuales se coloca el terrado.
9. Las rieles *Decauville* son vigas I de acero de 6” de peralte con un peso aproximado de 13.6 kg/ml.
10. El Catálogo de Construcciones religiosas realizado entre los años 1929-1933 tiene registradas con sistema de rollizos el oratorio La Mejorada del siglo XVIII, en la localidad de Opichen y la capilla de San Román en la localidad de Temax, las cuales ya no existen.

Lista de referencias

Barrera, Alfredo. 1980. *Diccionario maya Cordemex*. Mérida, México: Cordemex.

Bretos, Miguel. 1992. *Iglesias de Yucatán.* Mérida, México: Dante.

Ciudad Real, Antonio. 1976. *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España.* Tomo 2. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Contreras, Adrián. 2010. *Posibilidad de re uso del sistema tradicional de rollizos y bahpek en la vivienda de bajo costo*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Yucatán.

Chávez, José. 2001. *Intención franciscana de evangelizar entre los mayas rebeldes*. México: **C**onsejo Nacional para la cultura y las artes.

Duch*,* Gary. 1988. *La conformación territorial del Estado de Yucatán*. Mérida, México: Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.

González, Stella. 1978. *Perspectiva religiosa en Yucatán*. 1517-1571, México: Colegio de México.

Gruber, Nikolai. ed. 2001. *Los Mayas. Una civilización milenaria*. Colonia: Konemann.

Landa, Diego de. 1982. *Relación de las cosas de Yucatán*. México: Porrúa.

López Cogolludo, Diego*.* 1957. *Historia de Yucatán*. México: Academia Literaria.

México-SHCP. 1945. *Catálogo de Construcciones religiosas del Estado de Yucatán*. Vol. II. México: Talleres Gráficos.

México-SAHOP. 1982. *Desarrollo urbano de México, Restauración*. México: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Ordaz, Marisol. 2004. *Arquitectura religiosa virreinal de Yucatán. El conocimiento histórico-técnico de las iglesias con estructura espacial conventual. El conocimiento de la arquitectura histórica como condicionante para su restauración*. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Catalunya.

Thompson, John [1959] 1984. *Grandeza y decadencia de los mayas*. 3ª ed. México: Fondo de Cultura Económica.

La carretera de Cayey a Arroyo por Guayama

Jorge Ortiz Colom

A pesar de su brevedad, la Antigua Carretera 4 que cruza las montañas entre las poblaciones de Cayey y Arroyo, pasando por Guayama, en Puerto Rico es un eslabón importante de la historia de las comunicaciones en el país. Muchos aspectos de la historia puertorriqueña y antillana —las dicotomías entre ciudad y campo, modernización y tradición, subsistencia y expansión capitalista, trabajo libre y asalariado, agricultura y paisaje— son evidentes allí, presencial y documentalmente, hasta hoy día.

Salvada de alteraciones dramáticas por su rugosa geografía, la carretera 4 ha conservado su geometría original, obras de explanación y de fábrica. Parece ser una cápsula de tiempo del transporte interurbano en los tiempos de carretas y calesas aunque hoy día acomoda automóviles de último modelo, corredores, ciclistas, y turistas maravillados ante la belleza de su muy curvilíneo perfil.

Antecedentes

Por siglos, la isla de Puerto Rico fue una plaza fuerte militar en la capital con algunas otras ciudades notables y un campo escasamente aprovechado. Los *jíbaros* o campesinos, dispersos, se abrían al mundo exterior con apenas estrechos senderos para acémilas y personas de a pie, heurísticamente tallados mayormente en cauces fluviales y las crestas y aristas de los cerros, casi siempre de precipitadas pendientes. Se hablaba de campesinos que en su vida nunca habían estado en San Juan (Martín Ramos 2006).

Solo entrando el siglo XIX España decidió redefinir el propósito de sus tres colonias remanentes. En Puerto Rico se fomentaron latifundios para cultivos de exportación invitando a extranjeros con capital a «afincarse» allí a cambio de incentivos (Rosario 1995). Esto exigía mejorar la primitiva infraestructura de comunicaciones y ya el gobernador Aróstegui en 1822 había establecido una «Junta de Planes» encargada, entre otras cosas, de proponer una red de caminos y canales (Cruz Monclova 1979, I: 156-157). Abundaban las quejas sobre la pobre vialidad en Puerto Rico y el transporte terrestre se medía en pocas leguas por día.

Siguiendo a la metrópoli, ya en 1856 existía un organismo consultivo sobre caminos, canales y puertos; tres años más tarde éste propuso el primer plan vial moderno para Puerto Rico: una «carretera central» de oeste a este a lo largo del espinazo montañoso de la isla, con ramales a las poblaciones del norte y del sur (Sepúlveda, 2: 21). Desde la ciudad centro-oriental de Caguas, al norte hacia la capital y al sur hacia Guayama, dos ramales pareados proponían la ruta más corta entre las costas norte y sur.

Ya hacia 1850 el trozo San Juan —Caguas existía, y en 1856 se diseñó el arranque norte del ramal meridional. En 1862 se elaboraron planos completos para la salida desde Guayama, su extremo sur, hacia el norte, escalando las fuertes pendientes del escarpamento de Carite; esta extendía un camino existente

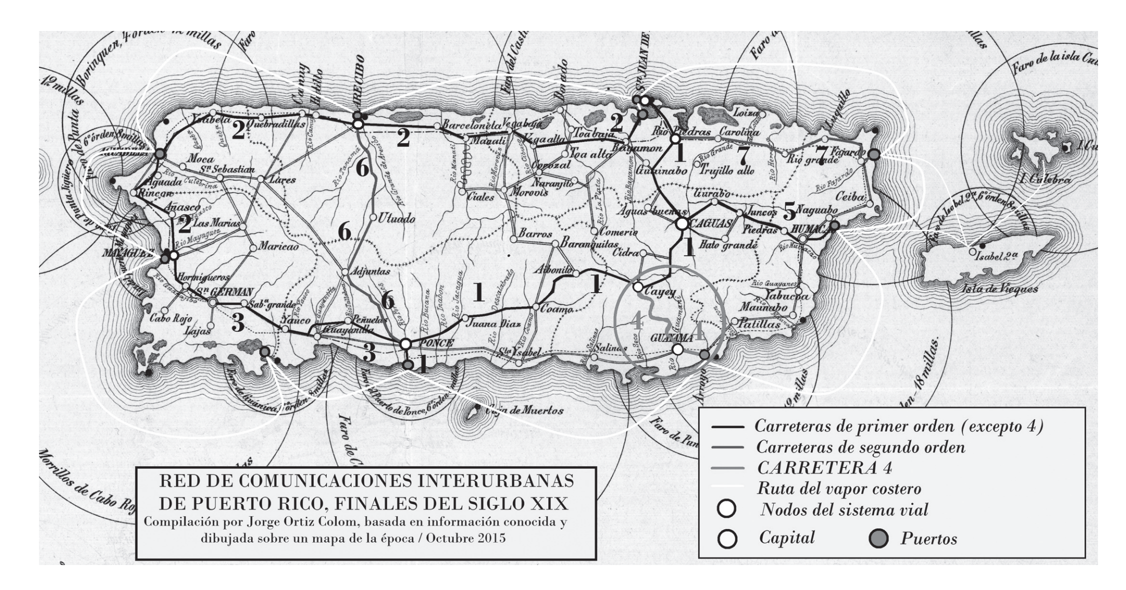


Figura 1
Sistema de comunicaciones interurbanas de Puerto Rico a finales del siglo XIX. Incluye carreteras de primer orden, algunas de segundo orden y el vapor costero. Dibujado por Jorge Ortiz Colom sobre un fragmento de un mapa de época (mapa original impreso por Imprenta del Boletín Mercantil ca. 1888, colección Biblioteca del Congreso de Estados Unidos)

paralelo al valle del rio Guamaní, en la zona baja. Pero no se construyó, y el camino existente mientras tanto se deterioró notablemente por falta de mantenimiento.

El trozo planeado en 1856 fue construido pero se vinculó a una nueva obra: la llamada Carretera Central, amarrando las dos ciudades mayores de la isla: Ponce, capital agrícola y comercial al sur, y San Juan, capital política y militar (Castro 1969, Castro y Pumarada 1997). Era parte del nuevo plan vial de 1868 (Martín Ramos, 2006) —vigente por el resto de la presencia española— que proponía cinco carreteras de primer orden:

1. De San Juan, en rumbo suroeste hasta Ponce por Coamo
2. De Cataño (aldea portuaria al lado sur de la bahía de San Juan) hasta Mayagüez en el oeste
3. De Mayagüez en el oeste hasta Ponce en el sur
4. De la carretera 1 hasta Arroyo (puerto del sureste) pasando por Guayama
5. De Caguas a la Playa de Naguabo (aldea portuaria en la costa oriental)

Fueron suplementadas por cuatro carreteras de segundo orden y varias de tercero, y por un sistema de navegación costera entre las ciudades costeras, el cual posteriormente justificaría una red de faros. El asunto del «orden» tenía que ver con financiación y mantenimiento: las carreteras de primer orden eran construidas y atendidas por el gobierno central de la colonia; las de tercer orden por los municipios; y las de segundo orden eran de gestión mixta.

La carretera prioritaria fue la número 1, sustancialmente terminada en 1886, solo faltando puentes permanentes sobre varios ríos (estos fueron terminados hacia 1893 excepto los más próximos a Ponce, debido a la incertidumbre sobre la canalización de los ríos atravesados). Antes de 1879, partes de su trazado quedaban por decidirse: en 1875 se resolvió pasarla por Cayey por varias razones, entre ellas, la simplificación de la futura carretera 4 (BHPR, II: 196-205; Gadea 1886, 2r.-8r.). La alineación previa por Carite, directamente al norte de Guayama, fue descartada por razones prácticas, siendo las dos más importantes la dificultad de obtener relevos de animales de tiro y la geometría del escarpamento, que exigía un desarrollo considerable para salvar el cambio de altura.

Según el ingeniero de caminos Enrique Gadea Vilardebó, diseñador original de la carretera 4, su justificación era ante todo económica. Cayey, su inicio en la altura, había crecido como centro de procesamiento de café y tabaco, pero transportar estos productos por la carretera Central a San Juan o Ponce implicaba viajes arduos de sobre sesenta kilómetros a cada destino. Arroyo reducía ese desplazamiento a unos 34 kilómetros y Guayama, en la ruta, era un mercado de consumo importante (Gadea 1886, 3r.-6r.).

Para 1880, la «carretera» de Cayey a Guayama existente era un sendero empinado y muy estrecho solo atravesable por animales o peatones: ascendía rápidamente desde Cayey hasta el cerro del Torito al sureste; y tras atravesar las cumbres por casi ocho kilómetros, descendía en zigzags rápidos al valle del rio Guamaní, siguiendo muy de cerca el thalweg del río hasta llegar a Guayama. Fue una prueba agotadora para la partida de reconocimiento militar de caminos hecha en 1884 por los ingenieros del Ejército, Francisco Larrea Liso y Manuel Moriano Vivó (Ministerio de Defensa y Oficina del Historiador 2007). Ellos estaban encomendados a evaluar el valor estratégico y efectividad de los caminos en Puerto Rico en caso de movilizar una respuesta a revueltas cívicas, las que se temían estar en alza con el aumento del sentimiento autonomista y separatista.

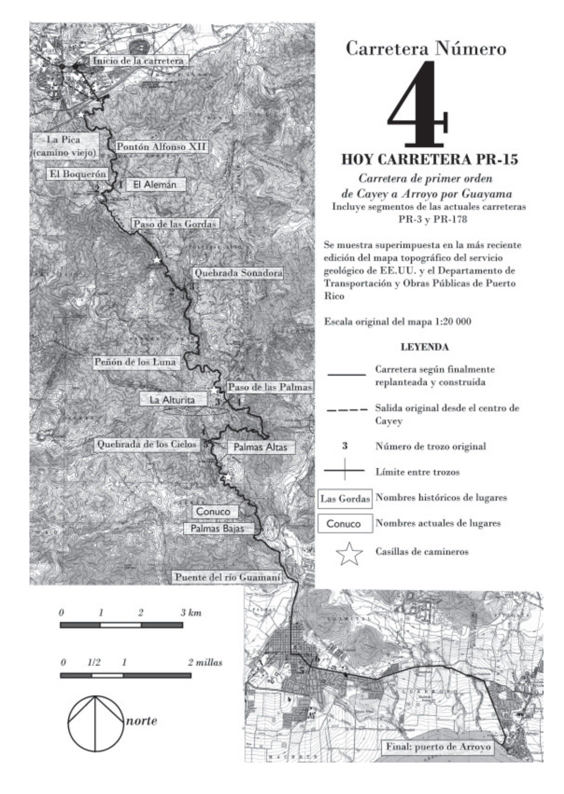


Figura 2
Ruta de la Carretera 4 (hoy PR-15 y otras) según construida, superimpuesta en los mapas topográficos oficiales de la zona. Adaptación y anotaciones adicionales de Jorge Ortiz Colom, 2014

Diseño y construcción de la carretera

Los estudios de la carretera 4 fueron hechos por la Superintendencia General de Obras Públicas de Puerto Rico, pero pagados por los ayuntamientos de los tres municipios que atravesaba (Gadea 1886, 5r.). En la década de 1880 la vida regional era de seria crisis no solo por la escasez de comunicaciones, sino por la necesidad de los productores de azúcar de caña del sureste. Agobiados por sequías y la feroz competencia de otros países, especialmente las naciones remolacheras del Norte, ellos habían pedido un sistema de riego que trajera aguas del más húmedo norte de la divisoria y una carretera hacia la montaña que les permitiera tener flexibilidad con su mano de obra, a ser absorbida en el «tiempo muerto» de la zafra cañera por el floreciente territorio cafetalero de los montes. Los comerciantes de la bajura deseaban expandir relaciones de crédito con los agricultores de la altura, fuente importante de poder económico en esta época en que el comercio urbano servía de lucrativo banco y financista de los hacendados.

El ingeniero Gadea Vilardebó presentó el primer diseño de la carretera de Cayey a Arroyo en junio de 1886. Nacido en 1846 en Madrid, Gadea estudió en la *Escuela de Caminos*, titulándose en 1871 (Sáenz 2009, 333). Tenía gran sensibilidad histórica: en 1881 documentó la antigua carretera romana entre Astorga y Veniatia en Castilla y León, descubriendo gran parte de su trazado (Moreno Gallo s.f., 3). En ese año fue reclutado por el Ministerio de Ultramar y enviado a Puerto Rico como ingeniero de caminos de segunda clase. Llegó a dirigir la Superintendencia de Obras Públicas de Puerto Rico.

Gadea esquivó la ruta del cauce del Guamaní: no ascendería por thalwegs ni crestas, la carretera circu-

laría atravesando laderas en las partes más altas, con una pendiente no mayor de seis por ciento para facilitar el arrastre y frenado de vehículos de tracción animal. Fue la primera carretera proyectada en Puerto Rico cuya travesía era totalmente transversal a las laderas y sobre todo la primera que se proyectaba sobre una ruta totalmente nueva sin referencia ni reaprovechamiento de caminos existentes.

Su presupuesto original fue de 620.119,05 pesos, promediando en los 34,17 kilómetros unos 18.143 pesos por cada uno (Bartrina 1894, 4r., 72v.). Para fines de construcción, la carretera 4 se dividió en seis trozos; los primeros cinco cubrían la distancia entre las poblaciones de Cayey y Guayama. El sexto corría las tierras bajas entre Guayama y Arroyo: habiendo sido muy alterado en el tiempo, no se analiza en detalle en este ensayo.

La carretera tenía una explanación total de seis metros con un ancho neto de 4.5 m, justo lo suficiente para el paso de dos vehículos (Gadea 1886, 14v.-15r.). El firme estaba cortado hacia abajo y rellenado con gravilla, estabilizada con un recebo fino a ser compactado por ruedas y pezuñas. La corona central no estaba muy levantada y finalmente se consiguió un firme bastante sólido en su replanteo final. La obra no fue nada fácil; cursaba terrenos resbaladizos, muy arcillosos y a menudo cubiertos con capas blandas de tierra natural. Gadea describe la geología de la zona:

> Sobre un cimiento de rocas primitivas representadas mayormente por dioritas, pórfidos, y otras rocas análogas de gran dureza, insiste una capa delgada de arenisca y sobre ella otra de caliza metamórfica, apareciendo sobre todas ellas la arcilla (Gadea 1886, 13r.).

Como diseñados, los trozos 1, 4 y 5 (contados desde Cayey) fueron inclinaciones que ascienden la vía a alturas de sobre 600 msnm; los trozos 2 y 3 son menos inclinados, a veces casi horizontales. La carretera arrancaba en el centro urbano de Cayey, pasando frente a la iglesia y separando a esta de la plaza; enseguida cruzaba tres arroyos antes de curvear montaña arriba. Una carretera anterior construida alrededor de 1870, denominada la *Pica,* iba paralela al trozo 1; pero su mala condición, inclinaciones fuertes (casi 20% en partes) y curvas cerradas desaconsejaron su reaprovechamiento (Gadea 1886).

Ajustes adicionales se hicieron para abreviar costes. El arranque se movió a la salida del centro de Cayey, evitando dos pontones sobre los arroyos próximos al centro urbano (Ravena 1889, 3r.-4v.), y la separación de la iglesia de la plaza. (En 1891 se hizo una torre frente al templo, ocupando la servidumbre no utilizada para la carretera.)

Se emplearon los principios de diseño de carreteras públicas en España (Pardo 1892, 39-48), excepto que en Puerto Rico, las denominadas de primer orden se habían hecho con explanaciones de seis metros en lugar de los ocho empleados en la península. El proyecto de Gadea incorporaba todos los análisis exigidos: trayectoria de la ruta, perfiles longitudinales y transversales y el detalle de las obras de fábrica. Un principio fundamental era el reaprovechamiento y balanceo de los desmontes y terraplenes: el material extraído en los primeros servía para levantar los segundos. Otros materiales como piedras y ladrillos se prepararían de fuentes locales: potenciales canteras y barros de calidad tenían que investigarse. A fin de cuentas era obtener y reusar los materiales localmente —mucho antes de que se hablara de principios de construcción ecoamigable o «sostenible». La excepción lógica fue el acero de los puentes.

Hubo que traer ciertos materiales desde afuera, como fue la cal. Pero el hallazgo de un afloramiento calizo de buena calidad cerca del trozo 4 en Guayama motivó la construcción de un horno para su aprovechamiento. Hasta entonces, este material se traía desde Cayey, o desde Salinas (la cantera estaba a 16 km al oeste de Guayama) a un precio bastante elevado (Bartrina 1894, 49v.-50v.).

La carretera se construyó completamente por administración y sin el uso de contratas, y con trabajo asalariado —a excepción de los tendales de ladrillos. Muchos trabajadores, campesinos de la zona, se ausentaban frecuentemente para atender sus talas; los dueños de bueyes, notando la escasez de los mismos en la zona, pedían los precios que quisieran, y pocos dueños querían alquilarlos para las obras viales. Las carretas para estas obras tuvieron que ser compradas por el gobierno (Bartrina 1894, 56r.-57v.).

Dos tendales —con trabajo «gratuito» de prisioneros chinos emigrados a Cuba que habían violado las cláusulas de sus contratos— suministraron los ladrillos del proyecto. Uno estaba en el trozo 5 justo al oeste del cruce del rio Guamaní; el otro estaba en la parte alta del trozo 3. Por fortuna, los barros resultaron buenos y había suficientes disponibles para levantar las numerosas obras de fábrica del proyecto.

Se conoce de la existencia de una cantera de piedra en el trozo 5, a la cual se llegaba en parte por el camino hacia el pueblito del Carmen, aldea ubicada unos siete kilómetros al oeste.

El replanteo del diseño de Gadea exigió numerosos ajustes. Manuel Maese fue ingeniero a cargo del inicio del trozo 1 desde el centro de Cayey, e inició el diseño de la variante que se construyó desde las afueras del pueblo. Entre 1887 y 1890, el ingeniero Rafael Ravena, entonces encargado de construir los trozos 4 y 5 en Guayama, realineó los mismos ya que halló que la pendiente en la parte superior era más fuerte y sobrecargaba los animales de tiro, o «motores», en su momento de mayor agotamiento de fuerzas (Ravena 1889, 7r. – 8v.). El trozo 5, más inferior, quedó con su inclinación aumentada de 4,82% a 5,0%, y el trozo 4, en las cotas altas, bajó su pendiente de 5,0% a 4,6% (Ibídem.). Ahora la carretera, replanteada más arriba en el ascenso inicial o «rampa» desde Guayama, cruzaba más arroyos tributarios; sin embargo, las tajeas y alcantarillas adicionales eran pocas y se ahorraba la construcción de dos pontones de acero.

En mayo de 1891 el español Enrique Bartrina, otro egresado de la Escuela de Caminos de Madrid, fue nombrado tercero —y último— ingeniero encargado de este proyecto, siendo el de mayor permanencia allí (6 años). Aunque antes de su llegada la carretera había avanzado, quedaban muchos ajustes por hacer. Los intentos previos de balancear el desmonte y el terraplén fueron un desastre. En una importantísima memoria sobre las obras de esta carretera, redactada en junio de 1894, Bartrina atestiguó tener conocimiento de al menos 300 deslizamientos o avalanchas debido al increíblemente lluvioso clima que les había afectado (24r.). En algunos casos la obra de semanas desaparecía en horas. Era menester llegar a un sustrato firme y tratarlo con muros de contención era poco realista debido a sus efectos desestabilizadores adicionales. Así, especialmente en el dramático trozo 3, gran parte de la explanación tuvo que cortarse completa dentro de la ladera (fig. 3), y se empleó mucho material explosivo —mayormente el no muy eficiente clorato de potasio— para abrir paso en el subsuelo rocoso (Bartrina 1894, 33r.).

Las obras seguían una secuencia definida. Primero, hacer un camino estrecho de apenas un metro de ancho, atravesable por caballos y gente y de ahí, obreros dotados de picos, palas y cargas explosivas abrían la explanación de seis metros de ancho. Luego se replanteaban y edificaban las obras de fábrica, a menudo llevando los ladrillos para su construcción a mano por los peones (por falta de carretas). Después venia la excavación para el firme: cuatro metros y medio de ancho, con una profundidad de 8 centímetros, rellenado con piedra picada a un espesor de entre 28 cm en el centro, 16 cm en la orilla de la calzada, bajando a cero en el borde exterior. Finalmente llegaba el recebo arenoso, estabilizador del firme contra el paso de vehículos con ruedas, animales y zapatos (Gadea 1886). Este sistema macadamizado modificado había sido probado con relativo éxito en la Carretera Central y ya se dominaba la técnica de su instalación.

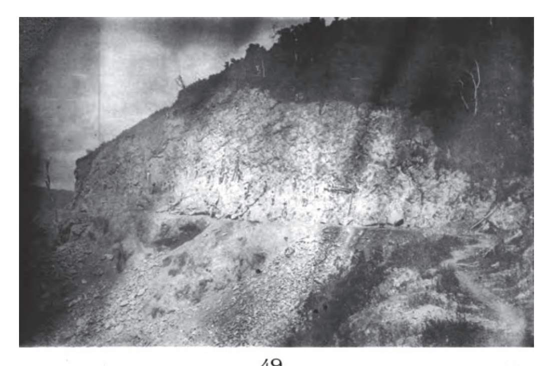


Figura 3
Corte de la explanación de la carretera 4 en el sitio llamado «Peñón de los Aburridos», a unos 10 kilómetros al sur de Cayey. Fotografía de Feliciano Alonso, ca. 1890-1892. Lámina 49 del Álbum de Puerto Rico (San Juan, A. Lynn e Hijos de Pérez Moris, 1904)

Como beneficio inesperado, Bartrina comentaba en su informe que los terratenientes estaban contentos de ceder al Estado los terrenos necesarios para la carretera. Casi no se gastó en las expropiaciones, lo que hubiera hecho esta carretera incosteable, como admitió (1894, 33). Estas tierras, entonces, eran fincas cafetaleras vendibles con prima, pero la facilidad de exportar el producto por la nueva vía hizo que a varios terratenientes no les importara sacrificar algunas *cuerdas* de terreno.

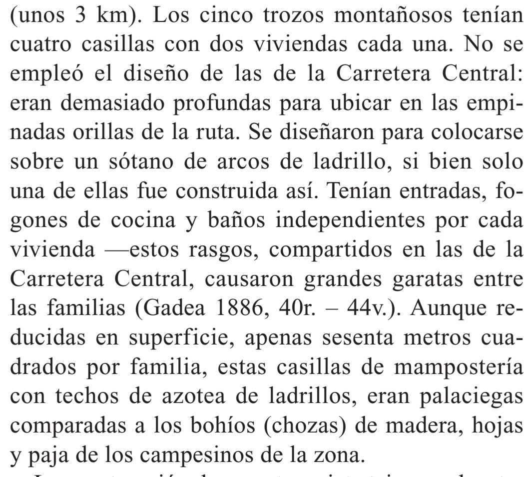
Se dejó establecido un sistema de peones camineros como el existente en la península. Cada peón mantenía el firme y el orden vial en media legua



Figura 4
Casilla de camineros (ca. 1890) a 3 kilómetros al sur de Cayey, en el barrio Quebrada Arriba. Foto del autor, 2007



Figura 5
Puente sobre el rio Guamaní (1891), a 1 kilómetro al norte de Guayama. Foto del autor, 2010



(unos 3 km). Los cinco trozos montañosos tenían cuatro casillas con dos viviendas cada una. No se empleó el diseño de las de la Carretera Central: eran demasiado profundas para ubicar en las empinadas orillas de la ruta. Se diseñaron para colocarse sobre un sótano de arcos de ladrillo, si bien solo una de ellas fue construida así. Tenían entradas, fogones de cocina y baños independientes por cada vivienda —estos rasgos, compartidos en las de la Carretera Central, causaron grandes garatas entre las familias (Gadea 1886, 40r. – 44v.). Aunque reducidas en superficie, apenas sesenta metros cuadrados por familia, estas casillas de mampostería con techos de azotea de ladrillos, eran palaciegas comparadas a los bohíos (chozas) de madera, hojas y paja de los campesinos de la zona.

La construcción de sesenta y siete tajeas y alcantarillas fue un proyecto sustancial; pero más lo fue la erección de dos puentes. Uno fue el pontón de vigas de acero de diez metros de largo sobre la quebrada Alfonso XII en el trozo 1 de Cayey: estas vigas fueron cubiertas por planchas convexas de metal y todo esto rellenado hasta la rasante de la vía. El puente de acero más impresionante, de dos tramos y vigas laterales de celosía, cruza el Guamaní apenas saliendo de Guayama a Cayey, con dos luces y sobre cien metros de largo. Originalmente proyectado por el ingeniero Gadea y fabricado por la empresa *Nicaise et Delcuve* de La Louvière, en Bélgica, fue traído al lugar a través del puerto de Arroyo en 1891 (Pumarada 1991). Los estribos y pilar de mampostería y la superestructura metálica han resistido admirablemente el paso de casi siglo y cuarto.

La carretera entre Cayey y Guayama finalmente fue abierta a fines de 1897. Había costado sobre un millón de pesos en sus cinco trozos de montaña. Se abrió en un tiempo de esperanza, de mayor participación política de una elite criolla en proceso de maduración bajo una recién conquistada autonomía. En el Sureste, la nueva carretera redefinió los lazos entre agricultura, industria y comercio al unir una relativamente prospera altura cafetalera con las problemáticas bajuras del azúcar; los trabajadores ahora podían, fácilmente, alternar entre zafra cañera y cosecha de café o tabaco. Y a los comerciantes de Arroyo y Guayama se les abrió un nuevo territorio para ejercer su hegemonía económica. Para muchos esto parecía no poder mejorarse; pero entonces…

Las consecuencias de la carretera 4

El año de terminación de la vía, el 1898, atestiguó el traspaso de Puerto Rico de España a Estados Unidos. La corta guerra veraniega vio como teatro de batalla el segmento de Guayama de la carretera 4. Los comandantes norteamericanos Nelson Miles y John Brooke, sendos ocupantes de los puertos de Ponce y Arroyo, intentaron ascender a la capital por las fáciles carreteras disponibles. Mas campos de trincheras ubicados en las alturas, con una vista absoluta de las

rutas, frenaron estas pretensiones. En Guayama, Brooke solo pudo dominar apenas unos cinco kilómetros saliendo de la ciudad (Rivero 1922, 263-279). Así se encontraba el 12 de agosto, día del armisticio: se demostró la defensibilidad de esta carretera.

La nueva soberanía no empezó bien. Un huracán en 1899 averió la cosecha de café y anegó las tierras bajas. Los cambios de los mercados exteriores y la devaluación del peso puertorriqueño sepultaron a muchos terratenientes obligados a entregar sus tierras a sus acreedores. Los ganadores de este entrejuego y sus fortunas tendrían la oportunidad de apropiarse de la carretera 4, esta vez como *paisaje*.

En plena guerra de 1898, el capitán español Salvador Acha, remitido a Guayama para ver la situación de las tropas en esa ciudad, adjetivó esta carretera como «hermosa» (Rivero 1922, 277). Un escritor de Cayey, Miguel Meléndez Muñoz, citado por el historiador Pío López (1972) se maravilló de la «secuencia casi cinematográfica» de las vistas a lo largo del camino, y la morfología evidente y visible de la cordillera. Otros visitantes alababan la abundante vegetación y la facilidad de conseguir frutas comestibles de las plantas que flanqueaban el camino. En fin, la carretera no redimió las alturas cafetaleras, pero fue conquistada por las quintas de los vecinos de las tierras costeras, sobre todo comerciantes que seguramente reposeyeron fincas con deudas impagables.

La primera quinta conocida fue La Giralda, levantada aproximadamente en 1915 en el kilómetro 5 desde Cayey por la familia Alcaide de Arroyo, comerciantes, licoreros y accionistas de centrales azucareras (Dessus 1918). Esta tenía un pasillo central y balcones a vuelta redonda; y ya hacia los años 1940 era un anexo del vecino hotel *La Campana*. Existió hasta 2009, cuando por alegados daños xilofágicos se demolió la parte de madera, reemplazada por otra de hormigón con techo plano. (Los pilares del balcón y las jardineras-barandas todavía existen.) En 1917, la familia Rovira de Guayama construyó una casa, aun en pie, en el sector del Peñón de los Luna a doce kilómetros de Cayey (Marrero 2010).

Otros guayameses acaudalados entraron al corro y a mediados de la década del treinta ya existían varias quintas más en estilo *bungalow* o revival español en esta parte de la carretera (Anónimo 1939), incorrectamente atribuidas a Guayama, por el origen de sus moradores. Se aseguraba que el clima benigno de altura beneficiaba a los acalorados residentes de las tierras bajas. En 1936 una hija enferma de doña Enriqueta Calimano mejoró tras pasar una temporada por esta zona. Como gesto de gratitud la Sra. Calimano construyó, sobre el lecho de una quebrada próxima a su casa, un santuario dedicada a la Virgen de Lourdes (Marrero 2010), hoy lugar de meditación y peregrinación, especialmente en los Viernes Santos.

Pero el primero en aprovechar la vida campestre en esta área no fue un burgués de Guayama. Según un artículo de revista (A. Castro 1939), fue un tal Mr. Ward, auditor del gobierno de Puerto Rico, quien en 1905 se quedó en la entonces desocupada casilla de peón caminero del kilómetro 9 desde Cayey. Varios años después el gobernador norteamericano George Colton la convirtió en residencia veraniega oficial. Se unieron los dos apartamentos originales y se hizo un dormitorio adicional, además de una terraza-comedor en la parte posterior con una vista espectacular del valle del rio Jájome.

Para la cuarta década del siglo XX, ya la carretera 4 era un destino turístico, y sus panoramas eran señalados y comentados. En 1909, la guía Baedeker para EE.UU., que entonces incluía a Puerto Rico, comentaba brevemente que esta vía pasaba por «… some of the best scenery of the island» (Baedeker 1909, 672). En 1940, un escritor anónimo hacía mención de los niños que ofrecían flores y frutas a los transeúntes, la vegetación lujuriosa y diversa, y sobre todo, los jardines construidos y mantenidos por los vecinos, con sus terrazas, miradores y pérgolas (WPA Writers' Project 1940, 292-297). En el Álbum de Oro de Puerto Rico la carretera 4 recibió dos páginas de formato extragrande y doce fotografías; más que la mucho más larga carretera de San Juan a Ponce por Mayagüez (Monteagudo y Escámez 1939).

Mas la *pièce de resistance* de las quintas se levantó a mediados de la década de 1930 en el kilómetro 16,5 de Cayey (actual km. 9,5 desde Guayama) por Eduardo («Lolo») Cautiño, miembro de una acaudaladísima familia de terratenientes, industriales y centralistas guayameses, algunos también involucrados en la política. Su padre Genaro fue a inicios de siglo un alcalde inmensamente popular de quien se informa que, entre otras obras, legó la fuente monumental que aun hoy queda en el centro de la plaza principal de la ciudad. La casa de don Genaro, construida en 1887, da frente a esa plaza y es hoy un es-



Figura 6
La «Quinta de don Lolo» (arquitecto desconocido, 1935-1937), barrio Palmas de Guayama. Vista de los muros de contención con la casa ubicada en la cúspide de la plataforma (Foto del autor, 2014)

pléndido museo de la cotidianidad doméstica de la clase alta de provincia.

«Lolo» Cautiño adquirió una parcela de poco más de una hectárea, encerrada por una curva cerradísima. Allí levantó un «pastel de boda» de terrazas de piedra coronado por su casa de veraneo de ocho dormitorios, fabricada en madera y hormigón, y en estilo *bungalow* (Marrero 2010; observaciones personales). La «Quinta de don Lolo» presenta una de las vistas más espectaculares de cualquier casa campestre de Puerto Rico, posiblemente de las Antillas: las ciudades de Arroyo y Guayama, un tramo largo de la Cordillera Central y sobre 20 kilómetros de costa del mar Caribe pueden apreciarse desde su terraza y balcones.

Los incapaces de adquirir un pedacito de este «cielo» —si bien varias propiedades se fragmentaron y las parcelas resultantes se hicieron más asequibles— podían quedarse en habitaciones. Entre las décadas de 1940 a 1970 existió el hotel llamado La Campana, que incorporó a su oferta las habitaciones de la Giralda; actualmente existe desde los años 1970 otra hospedería, que opera ocasionalmente, radicada en el punto más alto de la carretera: el paso de Las Gordas, a siete kilómetros de Cayey.

La carretera 4, como corredor primario de acceso al Sureste de Puerto Rico desde 1897 hasta 1970, era un hervidero de actividades comerciales. Según relatado en entrevistas informales con vecinos largamente establecidos allí, existían varios cafetines (negocios para bebida y entretenimientos como billar y dominó), *colmados* o tiendas de víveres que apuntaban el *fiao* (crédito asegurado de palabra) en cartones sobrantes o libretas, y otros negocios algo «pecaminosos»… La ruta era atravesada por autobuses y automóviles colectivos, aunque a muchos no les importaba caminar en el benigno clima de altura.

Originalmente, muchos campesinos residían en el medio de sus finquitas, ocupándose de cultivar a escala limitada. Pero se dio la tendencia a trabajar como asalariado o proletario en fábricas ensambladoras, oficinas o entidades públicas. La proximidad a la carretera como medio de movilidad social o acceso a los mercados para la cosecha fue criterio decisivo para que muchos vecinos movieran sus viviendas a la orilla de la misma. En el segundo tercio del siglo XX estos desplazamientos internos formaron varias aldeas tales como Quebrada Arriba y Jájome Alto, en Cayey; y Palmas Altas y El Conuco en Guayama, las que albergan la gran mayoría de los residentes actuales.

A fines de la década de 1930 la carretera fue ensanchada y obtuvo su geometría actual. Las alcantarillas y el pontón Alfonso XII fueron extendidos lateralmente con estructuras en hormigón armado y muchas curvas fueron «enderezadas» ensanchando su parte interior. De esta manera, la superficie, ya entonces de brea y piedra picada y luego de asfalto moderno, se ensanchó a los seis metros completos, a veces más. Varios drenajes paralelos a la calzada fueron cubiertos en este proceso. En el caso del pontón, las barandas antiguas fueron reutilizadas. Afortunadamente, el puente de hierro sobre el rio Guamaní no sufrió alteración.

En 1950, el gobierno de Puerto Rico revisó el sistema de numeración vial y la carretera 4 perdió su número original, cambiado al número 15. Un cuarto de siglo después, una autopista de peaje por las montañas acabó desviando mucho tránsito que quedaba por la ruta: era preferible llegar a Salinas y usar la ruta llana para llegar a Guayama, evitando curvas y «agravios». Ahora la carretera PR-15 se convertía en un camino secundario; pocos ahora lo conocían y admiraban sus valores paisajísticos e históricos. Hacia el año 2000 el alcalde de Cayey empezó a promover la ya poco transitada ruta como un lugar ideal de entrenamiento para corredores, y estos junto a los ciclistas han hecho esta ruta una muy concurrida para practicas temprano en las mañanas y los fines de semana.

Posdata: el redescubrimiento de esta carretera[1]

En diciembre de 2010, se inició un proceso de recuperación del valor histórico de esta carretera. Vecinos y admiradores empezaron a ponderar la posibilidad de protección y varias reuniones y visitas de campo a sus lugares de interés fueron hechas en los meses siguientes. Ya en la primavera de 2011 se formaron brigadas para limpiar las orillas de la vía de basura y maleza, y se «redescubrieron» las antiguas trincheras de la guerra de 1898, aun presentes en la cresta del cerro Las Palmas. Costumbres y fiestas vecinales, largamente olvidadas, fueron recuperadas y escenificadas en lugares emblemáticos del barrio Palmas de Guayama tales como la «Quinta de don Lolo» y la explanada frente a esta.

En los dos últimos años los remanentes del horno de cal han sido epicentro del rescate patrimonial. Su recuperación y estabilización señalan un nuevo pacto entre la comunidad de Palmas y su pasado. Y el lugar del cual se planteó por algunos su limpieza y remoción era demasiado presente en la memoria del vecindario. No podía sino ser redescubierto y reinterpretado.

En 2013 concluyó la faena seria de limpiar y estabilizar los muros de piedra; además se hizo un muro al frente para evitar el acercamiento de automóviles a la ruina. En ese muro bajo se colocó una tarja informativa. La obra fue muy básica —limpieza y estabilización, ante todo. El domingo 26 de mayo, el horno fue «rededicado» con plena participación comunitaria. Se ha convertido en su símbolo más entrañable, aun en su estado incompleto. El espectro de los cuidadores del horno, hace más de un siglo, esperando la quema de la piedra para producir cal viva para las obras de fábrica, aun se conjura al final de una larga e inusual recta del camino.

La carretera 4 de Puerto Rico (hoy PR-15), vista como hazaña casi imposible, se ha conservado muy bien y ha adquirido múltiples significados. Surgida de la necesidad económica, termino satisfaciendo necesidades estéticas; fue pensada para la agricultura pero se hizo una ruta turística, posiblemente la primera de su tipo en la isla. Su materialidad expresa el choque entre el trabajo humano y la naturaleza, la manera en que dominó la fuerza de gravedad, la civilización impulsada a través de una cordillera insumisa.

Fue un ensayo pionero e inadvertido en transformación y apropiación del paisaje, matizadas con la geografía que la rodea: una acción histórica afirmada sobre un territorio casi virgen. Su sinuosa explanación es la escritura de una densa y múltiple historia de retos materiales, sociales, y espirituales. Merece su cabal recuperación como sitio y objeto de la historia y la naturaleza puertorriqueñas.

Notas

1. Los comentarios en esta sección de cierre se refieren a vivencias personales del autor de este escrito.

Lista de referencias

Alonso, Feliciano. 1904. *Álbum de Puerto Rico.* San Juan: Imprenta A. Lynn e Hijos de Pérez Moris.

Anónimo. 1939. «Residencias veraniegas de Guayama [sic]» (fotografías). *Puerto Rico Ilustrado* XXX: 1547 (11 de noviembre), 47.

Archivo General de Puerto Rico (AGPR). Fondo de Obras Públicas (FOP), Serie Carreteras y Puentes, Subserie Construcción, Carretera número 4. Legajos 196 a 208, Cajas 2295 a 2307.

Archivo Histórico Nacional de España. Serie Ultramar. Legajos 368, 377, 397, 399, 400.

Baedeker, Karl. 1909. *The United States with Excursions to Mexico, Cuba, Porto Rico and Alaska* (4a. edición revisada). Leipzig: Karl Baedeker, Publisher.

Bartrina [Medina], Enrique. 1894. *Memoria* [sobre la Carretera de Cayey a Arroyo por Guayama] (manuscrito inédito). Puerto Rico [San Juan], 7 de junio. AGPR, FOP, Carreteras y Puentes, Const., Carr. 4, Legajo 199, Caja 2298.

Boletín Histórico de Puerto Rico (BHPR, Cayetano Coll y Toste, editor). 1914-1927. San Juan: Tipografía Cantero, Fernández & Co.

Castillo, Juan E. 1929. «La Carretera Central – su historia». *Revista de Obras Públicas de Puerto Rico* 6:12 (diciembre), 316-320.

Castillo, Juan E. 1930. «La Carretera Central – su historia». *Revista de Obras Públicas de Puerto Rico* 7:1 (enero), 21-28; 7:2 (febrero), 36-41; 7:3 (marzo), 64-68; 7:4 (abril), 96-100; 7:5 (mayo), 126-129 y 7:6 (junio), 143-147.

Castro, Arturo, «Jr.». 1939. «De casilla de caminero a mansión veraniega de gobernadores». *Puerto Rico Ilustrado* XXX: 1547 (11 de noviembre), 18.

Castro Arroyo, María de los Ángeles. 1969. *La construcción de la Carretera Central de Puerto Rico, siglo* XIX. Tesis de Licenciatura en Historia. San Juan: Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, Facultad de Humanidades, Departamento de Historia.

Castro Arroyo, María de los Ángeles y Luis E. Pumarada O'Neill. 1997. *La carretera central: un viaje escénico a la historia de Puerto Rico*. Mayagüez: Centro de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Puerto Rico.

Cruz Monclova, Lidio. 1979. *Historia de Puerto Rico (siglo* XIX*)* (3 tomos, 6 vols.). San Juan: Editorial Universidad de Puerto Rico.

Dessus, Luis Felipe. 1918. *Álbum de Guayama.* San Juan: Tipografía Cantero, Fernández & Co.

Gadea [Vilardebó], Enrique. 1886. *Memoria descriptiva. Proyecto de carretera de 1er orden de Cayey a Arroyo por Guayama* (manuscrito inédito). Puerto Rico [San Juan], 8 de junio. AGPR, FOP, Carreteras y Puentes, Const., Carr. 4, Legajo 197, Caja 2296.

López Martínez, Pío. 1972. *Historia de Cayey*. Cayey: Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Cayey, Departamento de Humanidades.

Marrero Bauzá, Guillermo. 2010. *Casa y jardín en Jájome. Reafirmación de la arquitectura y la naturaleza en la montaña puertorriqueña 1917-1939* (sinopsis de investigación de mitad de carrera en arquitectura). San Juan: Universidad Politécnica de Puerto Rico.

Martín Ramos, Jesús. 2006. *Las comunicaciones en la isla de Puerto Rico*, *1850-1898*. San Juan: Academia Puertorriqueña de la Historia.

Meléndez Muñoz, Miguel. 1941. *Cuentos de la Carretera Central*. San Juan: Imprenta Venezuela.

Ministerio de Defensa de España. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones y la Oficina del Historiador Oficial de Puerto Rico. 2007. *Documentación de Puerto Rico en el Archivo Cartográfico y de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército* (documentos digitalizados: PDF *+ imágenes). Madrid: El Ministerio.*

Monteagudo, Antonio con Antonio Escámez. 1939. *Álbum de oro de Puerto Rico*. La Habana: Editora de Artes Gráficas S.A.

Moreno Gallo, Isaac. s.f. *Identificación y descripción de la vía de Astorga a Braga por Chaves, de* Astvrica *a* Veniatia (117 km). S.l. [¿Valladolid?]: Junta de Castilla y León.

Pardo, Manuel. 1892. *Carreteras*. Madrid: Imprenta y Fundición de Manuel Tello.

Porrata-Doria, Adolfo. 1972. *Guayama: sus hombres y sus instituciones*. S.l. [Guayama]: edición del autor.

Pumarada O'Neill, Luis E. 1991. *Los puentes históricos de Puerto Rico*. Mayagüez: Centro de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Puerto Rico.

Ravena, Rafael. 1889. *Carretera de Cayey a Arroyo por Guayama*. *Replanteo de los Trozos 2º. 3º. y 4º. Memoria* (manuscrito inédito). Puerto Rico [San Juan], 18 de agosto. AGPR, FOP, Carreteras y Puentes, Const., Carr. 4, Legajo 198, Caja 2297.

Rivero Méndez, Ángel. 1922. *Crónica de la guerra hispanoamericana en Puerto Rico*. Madrid: Imprenta Sucesores de Rivadeneyra.

Rosario Rivera, Raquel. 1995. *La Real Cédula de Gracias de 1815 y sus primeros efectos en Puerto Rico*. S.l. [San Juan]: edición de la autora.

Sáenz Ridruejo, Fernando. 2009. «Ingenieros de caminos en Puerto Rico, 1866-1898.» *Anuario de Estudios Atlánticos*, 55 (2009), 311-341.

Sepúlveda Rivera, Aníbal. 2004. *Puerto Rico urbano: atlas histórico de la ciudad puertorriqueña* (4 vols.). San Juan: Centro de Investigaciones Carimar y Departamento de Transportación y Obras Públicas.

Sued Badillo, Jalil. 1983. *Guayama: notas para su historia*. San Juan: Comité Historia de los Pueblos y Oficina Estatal de Preservación Histórica.

Tirado Rivera, Alexis O. 2014. *Historia de una ciudad: Guayama 1898-1930*. Caguas: Ediciones Bayoán.

WPA [Works Progress Administration] Writers' Project. 1940. *A Guide to the Island of Puerto Rico*. Nueva York: The University Society.

La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil

José Carlos Palacios Gonzalo
Pablo Moreno Dopazo

Rodrigo Gil (1500-1577) fue uno de los más grandes arquitectos españoles de todos los tiempos. Su labor se extendió sobre un vasto territorio de la Corona de Castilla en el que llegó a construir un sinnúmero de edificios religiosos y civiles. Tuvo la fortuna de participar en la construcción de dos de las fábricas más importantes de su tiempo, las catedrales de Salamanca y Segovia, y es autor, además, del más completo manuscrito sobre construcción gótica existente en Europa.[1]

La extraordinaria cantidad de obras realizadas por Rodrigo Gil sólo se comprende si se contempla su figura como vértice de una pirámide gremial que, desde los tiempos de su padre, Juan Gil de Hontañón, se había convertido en receptora de muchos de los encargos más importantes de la Corona de Castilla. Esta peculiaridad gremial española, claramente diferente a los gremios estrictamente profesionales europeos, permitía la existencia de sagas familiares que durante lustros extendían su influencia sobre territorios concretos en los que desarrollaban su actividad laboral. Por otro lado, su brillante carrera encuentra también una contundente explicación en el alto grado de eficacia alcanzado por su técnica constructiva, que se pone especialmente de manifiesto en su faceta como constructor de bóvedas. En este sentido, y aunque su obra ha merecido importantes y numerosos estudios,[2] son prácticamente inexistentes los que analizan las prácticas constructivas empleadas por este maestro.[3] La observación detallada de sus bóvedas de crucería hacía sospechar que, tras la extraordinaria complejidad formal, se ocultan técnicas geométricas y constructivas que hacen notablemente sencilla su ejecución. Esta ponencia quiere poner de manifiesto algunos de estos recursos constructivos.

La estandarización

Sólo recientemente han comenzado a aparecer estudios en los que se alude a una de las más importantes herramientas de los constructores de bóvedas de crucería: la estandarización.[4] Este término, relativamente moderno, hace referencia a un recurso geométrico que persigue simplificar la ejecución de las bóvedas construyéndolas, a ser posible, con un solo arco. Desde las sencillas bóvedas en cruce de ojivas, en las que por regla general los arcos diagonales eran semicirculares, el gótico fue evolucionando hacia crucerías cada vez más complejas, multiplicándose los nervios en ellas. Los arcos de estas bóvedas podían ser todos diferentes, adoptando cualquier trazado, aunque rápidamente los constructores se dieron cuenta de que si los ejecutaban con una misma curvatura la obra se simplificaba extraordinariamente: todas las dovelas podían ser iguales, así como los camones de las cimbras necesarias para su construcción. Por esta razón, con mucha frecuencia la forma final que adopta una bóveda gótica, al contrario de lo que ocurre en otras arquitecturas, no está predeterminada, es decir, no es una forma escogida por su constructor, sino que es consecuencia de la estandarización de sus arcos.

Los arcos y el rampante

Cuando se construye una bóveda empleando la misma curvatura para todos sus arcos la forma que se obtiene es muy particular, con sus líneas de cumbrera o «rampantes» sensiblemente horizontales. Efectivamente, el trazado semicircular de los arcos diagonales u ojivos determina la altura de la clave central; si con esta misma curvatura se trazan los cuatro arcos perimetrales, estos, al tener una luz menor, van a quedar ligeramente apuntados y con sus claves sólo un poco más bajas que la central: se trata de una bóveda de rampante llano. Si en ella aparecen terceletes, no existe inconveniente para trazarlos de nuevo con el mismo arco, pudiendo dar como resultado una bóveda de crucería extraordinariamente compleja cuya construcción se ha simplificado de forma notable. No obstante, determinadas circunstancias pueden aconsejar en ocasiones que la bóveda adopte una forma de cáscara cupulada, con rampantes curvados que caen ligeramente hacia los arcos del perímetro: se obtiene entonces una bóveda de rampante redondo, resultado de rebajar las claves de los perpiaños y, especialmente, de los formeros. El abandono del rampante llano no quiere decir necesariamente que se pierda la capacidad de unificar las curvaturas de los arcos: unas adecuadas líneas de espinazo pueden crear coincidencias entre los arcos que permitan estandarizar el trazado de los mismos.

Ejemplos de bóvedas de rampante llano construidas por Rodrigo Gil son las que cubren los transeptos de la catedral de Astorga (León), trazados con una sola curvatura, o las de la nave central de la Catedral Nueva de Salamanca, resueltas con dos arcos distintos. En otros casos hace uso también de las bóvedas de rampante redondo, como en las naves laterales de la Catedral Nueva de Salamanca, en las que únicamente el arco perpiaño requiere de una curvatura distinta; o en las que cubren la nave central de la catedral de Segovia, en las que el trazado de perpiaños y formeros se resuelve con una segunda curvatura.[5] Sin embargo, debemos observar que en sus bóvedas es mucho más habitual el rampante llano, que encontramos en la mayor parte de los casos estudiados. La bóveda del cimborrio de la iglesia del convento de San Esteban en Salamanca, quizás la más notable concebida por este maestro, es precisamente de este tipo; aunque construida tras la muerte de Rodrigo Gil, muestra claramente su influencia, resolviéndose con una planta cuadrada de aproximadamente 14,35 m. de lado, dobles terceletes en ambas direcciones y 37 claves verticales dispuestas en una bóveda de rampante llano. Con respecto al trazado de los arcos, son poco frecuentes las bóvedas atribuidas a Rodrigo Gil donde aparecen arcos compuestos por tramos de distinta curvatura, como por ejemplo arcos ovales.

Sobre la crucería principal de estas bóvedas aparece muy habitualmente una ornamentación suspendida de nervios «combados» característica de los Hontañón y, por extensión, de todo el gótico castellano: los cuadrifolios. Estos adornos, con frecuencia de complicada traza, no pueden hacernos olvidar que la bóveda que decoran es de una extraordinaria sencillez, ejecutada toda ella con uno o dos arcos distintos.

Las claves

Una de las características más interesantes del gótico español del siglo XVI es la aparición de claves inclinadas, es decir, con su eje orientado hacia el centro de la bóveda, que poco a poco van sustituyendo la tradicional clave de eje vertical. La explicación a este hecho parece incontrovertible: las claves inclinadas suponen frente a las verticales un considerable ahorro de piedra, tanto mayor cuanto la clave está más alejada del centro, ya que cualquiera de los arcos, muy inclinados en la periferia, acomete a la clave vertical con un ángulo muy agudo, multiplicándose este efecto en las bóvedas más redondeadas, mientras que las claves inclinadas, por el contrario, mantienen un ángulo constante y un volumen razonable, sea cual sea el lugar que ocupen en la crucería de la bóveda. Por tanto, poderosas razones económicas explican la cada vez más frecuente aparición de claves inclinadas en las bóvedas góticas españolas del XVI.[6]

Curiosamente, Rodrigo Gil no se ve tentado por este tipo de claves, sino que utiliza de modo casi invariable las de eje vertical, influido quizás por la tradición medieval de su padre. Sus claves mantienen prácticamente siempre un cilindro de piedra en torno al eje que facilita la conexión de los nervios que acometen a ellas, disponiéndose su cara inferior paralela al plano tangente a la bóveda en ese punto. Sólo excepcionalmente se elimina este cilindro de ciertas claves, resolviéndolas como cruceros, como ocurre en las bóvedas que cubren la cabecera de la iglesia de Santiago de los Caballeros en Cáceres, o el ábside de la catedral de

Ciudad Rodrigo (Salamanca). Ya hemos visto cómo, en las bóvedas de rampante redondo, el volumen de las claves verticales aumenta considerablemente cuanto más alejadas se encuentran del centro; sin embargo, en las de rampante llano, en las que la mayor parte de las claves se sitúan en la cúspide de la bóveda, este efecto es mucho menor. Esta idea puede explicar el binomio casi constante en las bóvedas de Rodrigo Gil: rampante llano y claves verticales, combinado con otros recursos constructivos sencillos, muy limitados pero extraordinariamente eficaces.

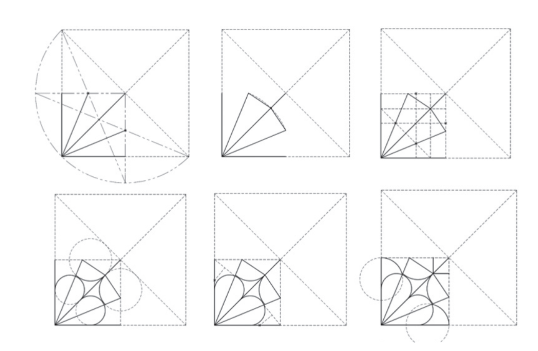


Figura 2
Composición de la planta de la bóveda (imagen autores)

El taller

Los indicios anteriormente expuestos nos convencieron de la oportunidad de analizar pormenorizadamente una bóveda de Rodrigo Gil y construir un modelo a gran escala de ella. Se escogió a tal efecto una de las más celebradas, la que cubre el cimborrio de la capilla del Colegio del Arzobispo Fonseca en Salamanca, construida entre 1547 y 1549.[7] Se trata de una bóveda cuadrada de 8,31 m. de lado, equivalentes a 30 pies castellanos, resuelta con un cruce de ojivas y terceletes. En el centro de la bóveda, un elegante cuadrifolio conopial envuelve una estrella de cuatro puntas y un cuadrado interior, mientras que por el perímetro se disponen una serie de combados convexos, tangentes al cuadrifolio, produciendo un dibujo de 33 claves (figura 1).

En primer lugar se procede a establecer los criterios por los cuales se ordena en planta este complicado dibujo. Se puede comprobar que los terceletes se sitúan en la bisectriz del ángulo que forman los ojivos y los formeros, como es frecuente en las bóvedas de este maestro. A partir de ellos, con el radio del tercelete se obtiene sobre la diagonal la otra clave de la estrella central. Encontrada esta, una retícula permite localizar los centros de los combados que forman el cuadrifolio y los de los combados convexos tangentes. Por último, con centros situados en los formeros se trazan los remates conopiales del cuadrifolio o «pies de gallo». Dibujado un cuarto de la bóveda, el resto puede obtenerse por simetría, resultando todas las claves alineadas e insertas en una cuadrícula (figura 2).

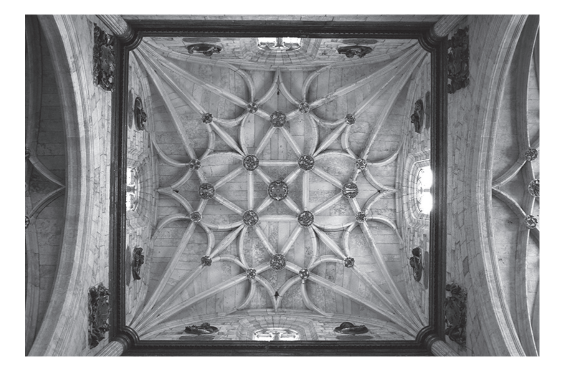


Figura 1
Bóveda del cimborrio de la capilla del Colegio del Arzobispo Fonseca en Salamanca (imagen autores)

A continuación se lleva a cabo una medición de alturas para conocer la traza de sus arcos. Se descubre entonces que el arco diagonal es una semicircunferencia de radio 5,88 m. que, en el plano de imposta, situado a 17,09 m. de altura desde el suelo de la capilla (61 pies), arranca con un ligero peralte de 0,23 m. Estos peraltes, incluso mucho más elevados, aparecen con cierta frecuencia en las bóvedas de Rodrigo Gil. Aunque los terceletes se trazan con el mismo arco, los formeros requieren de uno diferente, con el mismo peralte en el arranque pero con una curvatura algo más cerrada, de 5,47 m. Con este arco se consigue rebajar la altura del perímetro y dar una cierta curvatura a los rampantes; en consecuencia, la forma de la bóveda se redondea, si bien, como las claves de los formeros se mantienen considerablemente altas, la bóveda sigue estando más cerca del rampante llano que del redondo (figura 3).

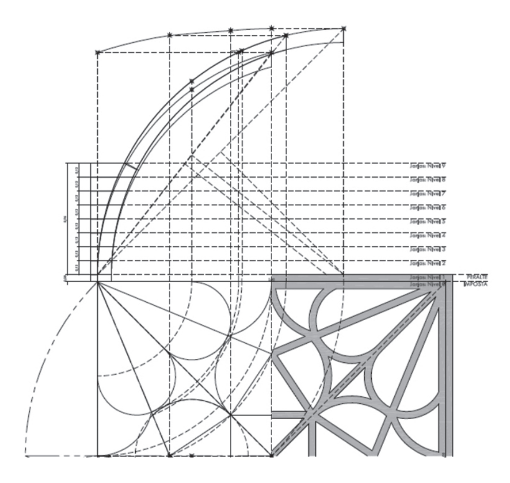


Figura 3
Montea de los arcos de la bóveda (imagen autores)

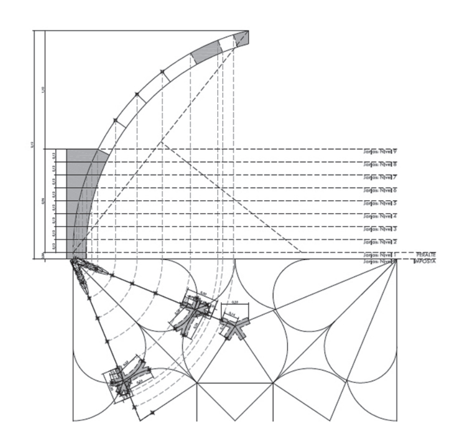


Figura 5
Montea del arco tercelete con sus dos claves (imagen autores)

La figura 4 muestra un corte de la bóveda por el arco ojivo, que pone de manifiesto algunos detalles interesantes. En primer lugar llama la atención el enorme macizo de arranque, esto es, la «jarja» o «jarjamento», formada por ocho hiladas horizontales, que prácticamente equivale a la mitad de la altura interior de la bóveda. Desde esta extraordinaria jarja hasta la primera de las claves sólo queda espacio para tres dovelas, mientras que las otras dos claves situadas también en el ojivo están separadas entre sí por una única dovela. En la figura 5 puede verse el alzado del arco tercelete, en el que podemos apreciar ahora que, desde la jarja hasta la primera clave, hay cuatro dovelas, y, entre las dos claves situadas en este arco, de nuevo, aparece una sola dovela.

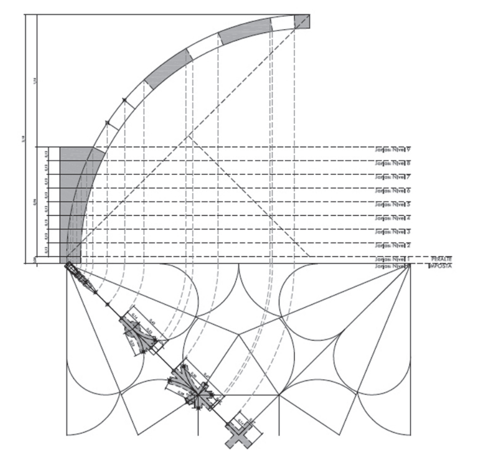


Figura 4
Montea del arco ojivo con sus tres claves (imagen autores)

Tras este análisis, una observación atenta de la bóveda nos permite comprobar que, invariablemente, entre sus 33 claves, todas ellas verticales, sólo queda espacio para una única dovela. Esta curiosa circunstancia va permitiendo que una hipótesis constructiva vaya presentándose con claridad: la práctica totalidad de la superficie de la bóveda no requiere cimbras para su construcción. Podría ejecutarse, como dice Rodrigo Gil en su tratado, colocando las claves sobre pies derechos o «mazas» verticales;[8] el montaje de cada dovela situada entre dos claves se podría resolver empleando, como mucho, un ligero apoyo puntual. Por su parte, la formidable altura de la jarja tampoco es casual: permite reducir el espacio entre su lecho superior y la clave inferior de cada nervio, disminuyendo por tanto la longitud de las cimbras curvas necesarias para construir el arranque de la bóveda, constituido, como hemos visto, por tres dovelas en el caso de los ojivos, y por cuatro en el de los terceletes. Los formeros tienen escasa incidencia en este sentido, ya que estos arcos, al estar embutidos en los muros perimetrales, no requieren ningún apeo.

Con objeto de corroborar con la práctica la hipótesis formulada, y profundizar el análisis de los distintos aspectos geométricos y constructivos, se procedió a reproducir esta bóveda en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en el marco de la asignatura «Taller de construcción gótica», desarrollando un modelo de 3 m. de lado, lo que equivale aproximadamente a un tercio del tamaño real.

Las monteas

La construcción comienza con el trazado de sus monteas, es decir, el dibujo a escala natural de su planta, o una porción significativa de la misma, y de su sección o, más concretamente, la elevación de sus arcos. Hoy día es bien conocida la existencia de este tipo de dibujos, imprescindibles para la construcción de una bóveda, y numerosos estudios se vienen publicando relativos al tema, convertido en objeto específico de investigación.[9] Por tanto, la oportunidad de llevar a cabo uno de estas monteas es de por sí una experiencia extraordinaria.

En la planta se localizan y dibujan con detalle las claves, determinando con precisión la longitud y forma de sus brazos, ya que a partir de esta proyección horizontal se extraerán las plantillas para su talla. En esta bóveda aparecen dos tipos de claves verticales, aquellas en que los nervios se cruzan limpiamente, es decir los cruceros, y aquellas que están provistas de un cilindro central para facilitar la conexión de las nervaduras. Las primeras son las más abundantes, mientras que al segundo tipo únicamente pertenecen las claves más bajas de los ojivos y terceletes, algo infrecuente en las bóvedas de Rodrigo Gil, que prácticamente siempre mantiene este cilindro central. Se van dibujando también, como si fueran curvas de nivel, los distintos niveles superpuestos de las jarjas. Como su ejecución se resuelve con nueve hiladas, se requiere dibujar el contorno de los diez niveles o lechos, desde la cara inferior, nivel 0, hasta la superior, nivel 9, con objeto de crear diez plantillas, una por cada nivel, que serán imprescindibles para la construcción de cada hilada horizontal.[10] Se comprueba entonces el procedimiento empleado habitualmente por Rodrigo Gil para dotar a la bóveda de unas jarjas muy elevadas: para su construcción, las plantillas de los nervios se deben colocar de forma radial en la base pero todas juntas, compartiendo un punto de rotación común situado en el vértice de la bóveda; de este modo el racimo de nervios parte muy apretado, y la jarja debe elevarse notablemente hasta que los nervios se independicen unos de otros. Por el contrario una jarja en cuya base los nervios se dispongan radialmente pero algo distantes del vértice necesitará menos altura para lograr que estos se separen.

La montea del alzado de una bóveda puede ser extraordinariamente compleja (figura 6). En ella debe aparecer en primer lugar el dibujo de los arcos principales que la bóveda requiere para su construcción, a partir del cual se extraerán los baiveles que permitirán tallar las dovelas con su correcta curvatura. Recordemos que esta bóveda se construye con dos arcos diferentes: el ojivo (con el que además se trazan los terceletes) y el formero. En este caso, Rodrigo Gil decide que la sección transversal y el canto de ojivos y terceletes sean los mismos, contradiciendo lo que aconseja en su propio manuscrito, en el que establece una clara jerarquía entre los distintos nervios;[11] si observamos otras bóvedas suyas, vemos indistintamente casos en los que se produce o no dicha coincidencia. En el alzado debe dibujarse también la sección de la jarja, con los planos horizontales que corresponden a cada nivel, y que, al ir cortando a los arcos, permiten dibujar las plantas de cada lecho y extraer a partir de ellas las distintas plantillas que servirán para cortar sus piezas.

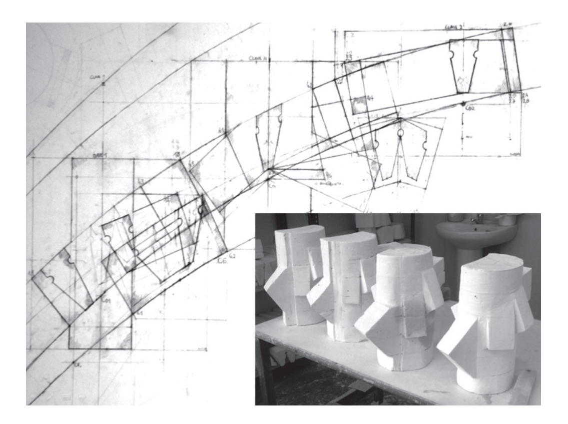


Figura 6
Detalle del alzado de la montea mostrando la curvatura de sus arcos y el dibujo de las distintas claves superpuestas. Detalle de la clave inferior del tercelete (imagen autores)

La bóveda de Rodrigo Gil se adorna con un buen número de nervios decorativos o combados, que en realidad son los causantes del gran número de claves de esta bóveda. Estas nervaduras decorativas son, según el propio Rodrigo Gil, nervios suspendidos o «sustentados» entre dos claves.[12] En la bóveda que estamos construyendo los hay de dos tipos, curvos y rectos; nervios curvos son los que forman el gran cuadrifolio y los combados convexos tangentes a este, mientras que rectos son los que componen la estrella central y el cuadrado inscrito en ella. Estas nervaduras presentan además una complicación estética y constructiva extraordinariamente sutil: la sección de las mismas debe ser siempre vertical. En realidad, la estética gótica parece imponer que todas las nervaduras, además de las claves, sean siempre verticales, en lugar de radiales hacia el centro de la bóveda. Esto implica que, dependiendo de su posición en la crucería, los nervios secundarios tienen que deformar su sección en mayor o menor medida para adaptarse a la curvatura local de la superficie en cada punto. Por ejemplo, los nervios convexos tangentes al cuadrifolio, al estar muy alejados del centro, tienen su sección muy deformada ya que su eje vertical forma con la pendiente de la bóveda un ángulo muy agudo; en cambio, los nervios que forman el cuadrifolio, situados en una posición intermedia, tienen una deformación algo menor; por último, la estrella y el cuadrado centrales, que se encuentran en la cúspide de la bóveda, pueden tener su sección recta, esto es, sin deformación alguna. Los nervios decorativos, por tanto, se resolverían con tres secciones diferentes, una de ellas simétrica y otras dos con «rebiro» o «bulco», como se decía entonces, de manera que siempre permanezcan verticales.[13]

En la sección, por último, han de dibujarse las claves en su correcta posición en el recorrido de los arcos principales. El trazado de cada una de ellas ha de tener en cuenta el volumen prismático vertical que la contiene, no sólo para elegir posteriormente un bloque adecuado de material, sino también porque sus planos horizontales superior e inferior sirven como referencia para determinar la inclinación de cada uno de sus brazos y los ángulos con que cortar los lechos de estos. El alzado de algunas de las claves de esta bóveda, imprescindible para poder proceder a su labra, es de una complejidad fuera de lo común, dada por la gran cantidad de nervios decorativos presentes. Señalemos al respecto la clave intermedia del ojivo, de ocho brazos (figura 4), o la situada en la parte inferior de los terceletes, de seis (figura 5 y 6). Pensemos que, en alzado, cada brazo parte en una dirección diferente, hacia arriba o hacia abajo, con sección revirada o recta, y además, en planta, su trazado puede ser curvo o recto. El dibujo que se muestra en la figura 6 puede dar idea de la extraordinaria complejidad de las monteas de las claves, y pone de manifiesto el altísimo nivel alcanzado en el siglo XVI por la geometría, que, utilizando la correspondencia entre planta y alzado, había permitido la construcción de la bóveda de crucería desde la profunda Edad Media.

La construcción

Con los datos geométricos y las plantillas extraídos de las monteas es posible ya comenzar a labrar las distintas piezas que componen la bóveda. Se comienza por las dovelas de los arcos: los dos baiveles obtenidos a partir de la montea del alzado permiten dar a cada dovela la curvatura precisa, y con las plantillas de testa se labra la forma de su sección.[14]

También se van tallando los nervios decorativos curvos. Precisemos antes que nada que cada uno de estos nervios, al irse conectando con los contiguos, va describiendo una línea curva en el espacio, cada una de cuyas porciones es sin embargo plana. La labra de cada tramo se lleva a cabo a partir de su dibujo en planta, cortando primero un bloque con esa curvatura. A continuación se ha de marcar en él la diferencia de cotas que debe salvar el combado, tomándola del alzado, y proceder a un corte oblicuo del mismo. Por último, con su plantilla de testa, con el reviro correspondiente, damos la forma definitiva a esta porción del combado (figura 7). Los nervios decorativos rectos plantean escasos problemas, ya que no tienen curvatura alguna y su talla sólo requiere una plantilla de testa.

A continuación se inicia la labra de las jarjas, empleando para cada hilada dos plantillas, que corresponden a cada una de sus caras o lechos. Se dibuja el contorno de cada plantilla sobre la superficie inferior y superior de un bloque y se procede, mediante la talla, a enlazar un dibujo con el otro. Una vez terminadas y montadas las nueve hiladas, el resultado es una jarja extraordinariamente esbelta y elevada (figura 8).

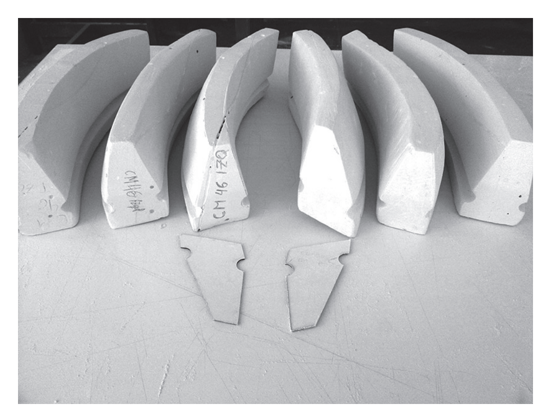


Figura 7
Nervios combados en proceso de talla con sus plantillas, con y sin reviro. Las simetrías y sus reviros a izquierda o derecha añaden insospechadas dificultades a la labra de estas piezas (imagen autores)

La última y dificultosa tarea que exige la construcción de esta bóveda es la labra de sus claves. La forma en planta de cada una de ellas se obtiene de la plantilla realizada a partir del dibujo horizontal de la bóveda, mientras que las inclinaciones de salida de cada brazo se pueden determinar a partir del alzado con una escuadra falsa o saltarregla. Esto último puede ser bastante más complicado en el caso de los combados, para cada uno de los cuales, conocidos sus puntos de salida y llegada, podría determinarse su pendiente y por tanto la de los brazos de las claves a que acomete. Aunque así expresado pueda parecer sencillo, resolver una clave de ocho brazos, cada uno de ellos con su correspondiente inclinación y reviro, es un trabajo extremadamente laborioso que requiere enorme atención.

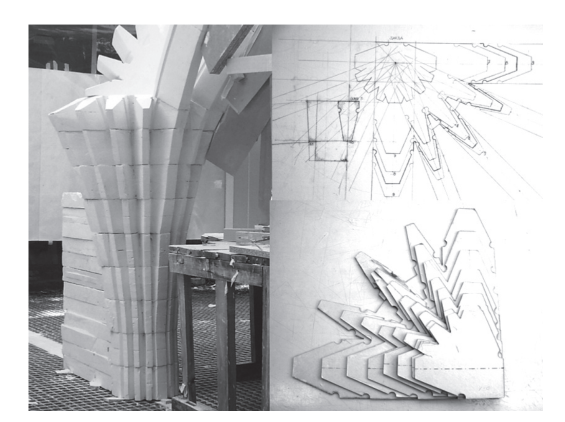


Figura 8
La formidable jarja diseñada por Rodrigo Gil (imagen autores)

El montaje

Finalmente, con todas las piezas talladas, se puede proceder al montaje de la bóveda, para lo cual ha de construirse en primer lugar una cimbra. Tenemos noticia del proceso de montaje de las bóvedas utilizado por el propio Rodrigo Gil gracias al conocido y extraordinario dibujo recogido en el tratado de Simón García y acompañado de su correspondiente descripción.[15] Las cimbras se disponían sobre una plataforma horizontal situada a la altura del nivel superior de las jarjas; este plano de trabajo se apoyaba a su vez sobre un andamio principal, colocado al nivel de la línea de imposta, y soportado por una colosal estructura de madera, que se elevaría probablemente desde el suelo, o quizás desde unas vigas puente empotradas en los muros del cimborrio. En el modelo desarrollado, el andamio principal no es necesario ya que la línea de imposta y el plano del suelo coinciden. Obsérvese que, en este sistema de montaje, cuanto más alta sea la jarja más pequeña debe ser la plataforma.

Siguiendo a Rodrigo Gil, sobre esta plataforma se lleva a cabo el replanteo de la bóveda, es decir, su dibujo en planta, y, una vez localizada la posición de las 33 claves, se colocan unos pies derechos o mazas con la altura precisa para instalar sobre ellos cada una de aquellas. De nuevo la montea resuelve este problema de alturas ya que, trazando una línea horizontal en el dibujo del alzado a la altura de la plataforma, se pueden conocer fácilmente las alturas relativas de cada clave (figura 9).

Colocadas sobre la plataforma las 33 mazas con sus correspondientes claves, muy numerosas para una dimensión de bóveda relativamente pequeña, se observa que el espacio entre ellas es deliberadamente reducido, de modo que sólo cabe una dovela, que se puede colocar sin apenas medios auxiliares. En consecuencia, la práctica totalidad del apeo de la bóveda son pies derechos verticales: la elevada altura de la jarja hace que la distancia desde esta hasta las claves



Figura 9
Montaje de la plataforma de trabajo, las cimbras curvas y los pies derechos, ya coronados con sus correspondientes claves (imagen autores)

más bajas se reduzca drásticamente y, por tanto, también las cimbras curvas de terceletes y ojivos, necesarias para estos tramos y de dificultoso trabajo.

El montaje continúa con los arcos principales, los ojivos y los terceletes. Estos arrancan desde la jarja sobre una pequeña cimbra curva, especialmente reducida en el caso de las diagonales, y, a partir de la primera clave, se pueden construir sin apoyo alguno. Ya sólo queda colocar los nervios decorativos, formados por piezas colgadas entre clave y clave, por lo que su montaje sólo requiere algún apoyo ocasional (figura 10).

La construcción de la bóveda llega a su fin. Su forma revela el rampante llano al que hicimos mención al principio como consecuencia de la estandarización de sus arcos principales. También muestra la extraordinaria belleza del diseño de Rodrigo Gil, la plenitud formal del gótico de Castilla y, por extensión, del de la Península Ibérica en su momento de madurez (figura 11).

Conclusiones

Como preveíamos desde un principio, la construcción de la bóveda de Rodrigo Gil ha puesto de manifiesto algunos de los invariantes constructivos de la obra de este arquitecto. En primer lugar destacaríamos su apego por las bóvedas de rampante llano, más evidente en las bóvedas de planta cuadrada pero también presente muchas veces en las de planta rectangular. Hemos comprobado que esta forma es consecuencia de la estandarización de las nervaduras: Rodrigo Gil construye sus bóvedas con uno o a lo sumo dos arcos; esta técnica de homogeneizar las curvaturas provoca necesariamente bóvedas de rampante llano.

Por otra parte, contradiciendo su propio tratado, en el que establece una clara gradación de secciones según la importancia de los arcos, en las bóvedas de Rodrigo Gil, con más frecuencia de lo esperado, la sección de ojivos y terceletes coincide; los arcos pe-



Figura 10
Invariablemente entre las claves sólo cabe una pieza (imagen autores)

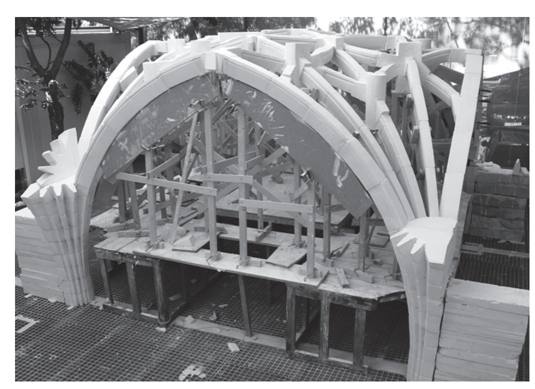


Figura 11
La bóveda ya terminada revela su rampante llano originado por la estandarización de sus arcos principales (imagen autores)

rimetrales y los nervios decorativos tienen habitualmente una sección diferente.

Por lo que respecta a las claves hemos de señalar que en Rodrigo Gil son invariablemente verticales. También es esta una particularidad interesante ya que la labor profesional del arquitecto se desarrolla en un momento en que las claves inclinadas, más económicas, van sustituyendo a las verticales cada vez con mayor frecuencia. Señalemos, por otra parte, que en la célebre y bien conocida sección constructiva en la que el autor explica cómo construir una bóveda de crucería, algunas de las claves dibujadas parecen ser inclinadas, lo cual viene a añadir nuevas e interesantes contradicciones entre la teoría y la práctica profesional.

Por último, quizás el aspecto más interesante que ha revelado la construcción de esta bóveda es precisamente su estrategia constructiva. Como hemos podido comprobar, la multiplicación de claves, en lugar de ser una dificultad añadida, se usa para abaratar y hacer más eficiente la construcción de la misma. Las claves permiten construir sin cimbra alguna la mayor parte de la superficie de la bóveda.

El éxito profesional de Rodrigo Gil, uno de los arquitectos más prolíficos de la arquitectura española, puede en parte explicarse por la eficacia de los recursos constructivos utilizados. Pocos y sencillos: bóveda de rampante llano con arcos estandarizados, y combinación de jarjas elevadas con multiplicidad de claves verticales para minimizar las cimbras, particularmente los laboriosos camones curvos. Estas limitadas técnicas le permitieron desarrollar una intensa actividad constructiva, basada en la simplicidad y en la economía.

Notas

1. Del manuscrito, recogido dentro del tratado de Simón García (García 1681), se han realizado distintas ediciones (1868, 1941, 1951, 1979, 1991), de las cuales únicamente incluimos en la bibliografía la más reciente (García [1681] 1991).
2. Entre ellos podemos destacar los siguientes: Hoag 1985; Casaseca 1988; Redondo 2003. Otros autores se han ocupado del análisis del manuscrito de Simón García desde el punto de vista del cálculo estructural: Huerta 2002; Kubler 1944; Sanabria 1982.
3. Huerta 2013; Palacios 2009, 122-127, 167-171, 201-203, 229-232.
4. Palacios 2009, 18-19.
5. Palacios 2009, 122-127, 167-171.
6. Palacios y Tellia 2015.
7. Para los distintos aspectos históricos, véase Casaseca 1988, 257-261; Hoag 1985, 137-142; Sendín 1977.
8. García 1681, 24r-25v.
9. Dos de las investigaciones que más han aportado sobre este tema son: Ruiz y Rodríguez 2011; Taín y Natividad 2011.
10. El modelo construido en el taller se realizó con diez lechos en lugar de los nueve reales por imposiciones del material utilizado, sin cambiar, no obstante, la proporción entre la altura de la jarja y la total de la bóveda.
11. García 1681, 23r-23v, 25v. Su canto real es de aproximadamente 0,329 m., lo que representa un valor intermedio entre los prescritos en el Compendio para diagonal (L/24) y tercelete (L/28). El formero se encuentra en torno a 0,278 m., coincidiendo con la mayor de las dos cifras L/30 y L/36 dadas en el manuscrito.
12. García 1681, 23v-24v.
13. El modelo desarrollado en el taller se realizó con dos secciones, una simétrica y otra con reviro, con objeto de simplificar la ejecución.
14. En el modelo construido en el taller se emplearon plantillas de testa con un perfil simplificado a fin de facilitar la labra, manteniendo, sin embargo, la proporción real x, y de la bóveda original.
15. García 1681, 24r-25v.

Lista de referencias

Casaseca Casaseca, Antonio. 1988. *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría 1500 - Segovia 1577).* Salamanca: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social.

García, Simón. 1681. *Compendio de Architectura y simetría de los templos.* Manuscrito. Biblioteca Nacional de España, Mss/8884.

García, Simón. [1681] 1991. *Compendio de Architectura y simetría de los templos.* Edición facsímil y transcripción. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos en Valladolid.

Hoag, John D. 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del siglo XVI*. Madrid: Xarait.

Huerta, Santiago. 2002. «The medieval 'scientia' of structures: the rules of Rodrigo Gil de Hontañón». En: A. Becchi; F. Foce; M. Corradi y O. Pedemonte. eds. *Towards a History of Construction. Between Mechanics and Architecture*, 567-585. Basel: Birkhäuser.

Huerta, Santiago. 2013. «La construcción de las bóvedas

góticas según Rodrigo Gil de Hontañón, arquitecto de la catedral de Segovia». En: Pedro Navascués Palacio y Santiago Huerta. eds. *Segovia: su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a Antonio Ruiz Hernando*, 107-133. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Kubler, George. 1944. «A late gothic computation of rib vault thrusts». *Gazette des Beaux-Arts*, nº 26: 135-148.

Palacios Gonzalo, José Carlos. 2009. *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Lería.

Palacios, José Carlos y Fabio Tellia. 2015. «The inlined bosstone in the late spanish gothic». En: Brian Bowen; Donald Friedman; Thomas Leslie y John Ochsendorf. eds. *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History*. Chicago: Construction History Society of America.

Redondo Cantera, María José. coord. 2003. *El arte de la cantería. Actas del congreso V centenario del nacimiento de Rodrigo Gil de Hontañón*. Santander: Centro de Estudios Montañeses.

Ruiz de la Rosa, J. A. y J. C. Rodríguez Estévez. 2011. «Capilla redonda en buelta redonda: nuevas aportaciones sobre una montea renacentista en la Catedral de Sevilla». En: S. Huerta; I. Gil Crespo; S. García y M. Taín. eds. *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 1275-1282. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Sanabria, Sergio Luis. 1982. «The mechanization of design in the 16th century: the structural formulae of Rodrigo Gil de Hontañón». *Journal of the Society of Architectural Historians,* vol. 41, 4: 281-293.

Sendín Calabuig, Manuel. 1977. *El Colegio Mayor del Arzobispo Fonseca en Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Taín Guzmán, Miguel y Pau Natividad Vivó. 2011. «La montea para las bóvedas de horno de Santa Columba de Carnota». En: S. Huerta; I. Gil Crespo; S. García y M. Taín. eds. *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 1389-1399. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Joaquín Rucoba: pasado y presente en la construcción del Mercado de las Atarazanas de Málaga

Sheila Palomares Alarcón

Durante la primera mitad del s.XIX los mercados que se realizan en España se construyen con materiales tradicionales como la madera o la piedra. Sin embargo, a partir de los años 60, se introdujo el hierro como material dominante influido por varios factores.

En primer lugar, aunque la siderurgia se conocía desde tiempos lejanos, como consecuencia de las innovaciones técnicas descubiertas tras la revolución industrial iniciada en Inglaterra en el s.XVIII, en Europa estalla la cultura del hierro a mediados del s. XIX. Les Halles en París tuvieron un papel muy influyente y fundamental. Estos mercados fueron proyectados por Victor Baltard en colaboración de Felix Callet (1854-56) por orden de Napoleón (Navascués 2007), y estaban formados por catorce pabellones unidos por calles de bóvedas de hierro y cristal que causaron tal impacto, que fueron imitados tanto en el mismo París, como en otros países europeos.

El que no hubiera una tipología establecida para este tipo de edificio, hizo que la variedad y el ingenio se acentuaran en los proyectistas. Esto se manifestó en bellos ejemplos, hoy desaparecidos, como los mercados de la Cebada (1867-1875) y de los Mortenses (1868-1875) en Madrid, ambos del arquitecto Mariano Calvo Pereira (Castañer 2004).

A pesar de que en España la escasa demanda unida a las malas comunicaciones, hará que el hierro tardara en incorporarse a la nueva industria, lo que se construía en Europa con este material era estudiado por los arquitectos españoles, que aparecerán como figura autónoma en 1857. Además, a partir de los años 50 surgirán diferentes manuales de oficios e industrias que fomentarán el empleo de los nuevos materiales.

A mediados del s.XIX se vivía un movimiento romántico cargado de historicismo de corte oriental, favorecido por pinturas historicistas postrománticas y literatura de viajeros como Washington Irving (Palomares 2013) que se quedarán prendados de la gran herencia de cultura islámica que conservábamos y que supondrá una inquietud hacia el gusto por lo árabe y lo neomudéjar (Ordieres 1986).

El mercado de las atarazanas de Málaga combina tanto la corriente estilística de la arquitectura del hierro como el movimiento romántico. Puede considerarse introductor del gusto neoárabe en los mercados, además de ser uno de los pioneros ejemplos de conservación de patrimonio histórico.

Las atarazanas de Málaga

El edificio de las atarazanas ha estado ligado a través de la historia al mar. Su origen se debió a su proximidad a él (Ordieres 2002) y su distanciamiento progresivo también. Esto fue debido a la continua desforestación que sufrieron los márgenes del río Guadalmediana que tuvo como consecuencia que a partir del s.XVI el mar se fuera retirando y las atarazanas quedaran en zonas de tierra (Camacho 1991). De esta forma se adaptarán progresivamente a nuevos usos hasta quedarse obsoletas, sin ninguna utilidad práctica (Ordieres 2002).

Las atarazanas de Málaga se construyeron durante la dominación islámica. Se sitúan en Málaga desde 1296 aunque según Balbás el edificio se construirá de 1333-1354. Según las enjutas de la puerta principal conservada, al menos esta puerta es del 1354-1391 y se construiría durante el reinado de Mohamed V (Camacho 1991).

Gracias a la abundante documentación gráfica existente, se conoce lo que fue su perímetro exterior. Las murallas se unían al edificio (Ordieres 2002). Era vasto, franqueado con torres y servía de arsenal. Posteriormente cuartel, parque de artillería, colegio de medicina y cirugía, hasta ser víctima del abandono y de la ruina (Repullés 1879).

En 1843 tras la desamortización española, el Gobierno central cede al Ayuntamiento de Málaga el antiguo edificio de las atarazanas para que lo destine a algún fin de utilidad pública (Hernando 1989).

Aunque desde 1822 se pretendía instalar en el antiguo edificio de las atarazanas un mercado público de abastos, será a partir de 1868 cuando se piense por primera vez en construir un mercado de nueva planta aprovechando el solar (Ordieres 2002). Su demolición fue promovida por la Junta Revolucionaria de 1868 con «el fin de atender a las necesidades de la clase proletaria» y fue aprovechada por el ayuntamiento para empezar a hacer la vieja aspiración municipal (Caballero 1987).

No se discutió sobre la conservación de los restos de época árabe salvo los esfuerzos de la Comisión Central de Monumentos y el informe del arquitecto Enríquez que abogaban por la conservación del edificio en su totalidad. No existía ningún interés político en la protección y conservación de los restos arquitectónicos que ya se había denunciado en numerosas ocasiones por la Academia de Bellas Artes de San Fernando sobre el continuo derribo de monumentos. Afortunadamente el Presidente de la Academia de Bellas Artes de San Telmo de Málaga, José Freüeler, Marqués de la Pamega, consiguió salvar el arco de entrada de la demolición quedando bajo protección de la Academia (Barrionuevo y Mairal 2011) hasta incluirlo en el futuro mercado.

Mercado de las atarazanas. 1879

Málaga sufrió uno de los despertares industriales más brillantes y tempranos en la península. En 1832 se instalaron los primeros altos hornos iniciándose la industria siderometalúrgica con gran uso del hierro, sobre todo a partir de 1850 aunque lejos del desarrollo europeo (Palomares 2013). Este fue uno de los motivos por los que en comparación con el resto de ciudades españolas, la ciudad de Málaga apuesta por construir un gran mercado de hierro.

El proyecto del primer mercado cubierto se le encarga al arquitecto municipal Joaquín Rucoba en 1873, fruto de la necesidad, ya que la compra venta se realizaba en condiciones insalubres, al aire libre, en estrechas calles y plazas. Se puso la primera piedra el 5 de abril de 1875. En diciembre de 1875 una vez concluidos los cimientos, Rucoba solicita la autorización para montar el arco árabe, ya que debía ser lo primero que se hiciera una vez replanteado el edificio. La estructura metálica fue obra de la vieja industria siderúrgica sevillana, Fundición de San Antonio de los Hermanos Pérez. Se inauguró en 1880 «mercado de Alfonso XII» (Barrionuevo y Mairal 2011).

Desafortunadamente, en la actualidad no se puede disponer del proyecto original. Sin embargo, a pesar de que son múltiples los textos que describen este mercado, habría que destacar el que realiza el arquitecto, escritor y restaurador Enrique María Repullés y Vargas (1845-1922) (Aguilar 1995) el 25 de agosto de 1879 en el número 16 de «Anales de la Construcción y de la Industria», revista de periodismo especializado de la época, en la que después de estudiar el proyecto primitivo, realiza una brillante descripción de la memoria del proyecto, de gran utilidad en estos momentos, ya que de esa documentación no se puede disponer en la actualidad y nos sirve de preciada referencia para el actual artículo.

El mercado presenta planta en forma de trapecio ocupando una manzana aislada, de 2.932,20 m^2, con fachada principal a la calle de Atarazanas. Interiormente, está dividido en tres cuerpos cubiertos por armaduras metálicas sin apoyos intermedios. En la nave central, al igual que en las laterales hay puestos tanto en filas centrales como adosadas a los lados según los mercados centrales de París (figura 1).

Estructuralmente, la armadura de la nave central está compuesta de formas mixtas, piezas curvas, circulares en el interior y rectas en la parte superior que sostienen la cubierta a dos aguas. Ésta es de cristales de Sieves de 5 milímetros de espesor y acanalados en su interior para evitar los rayos solares: «Para facilitar la ventila-

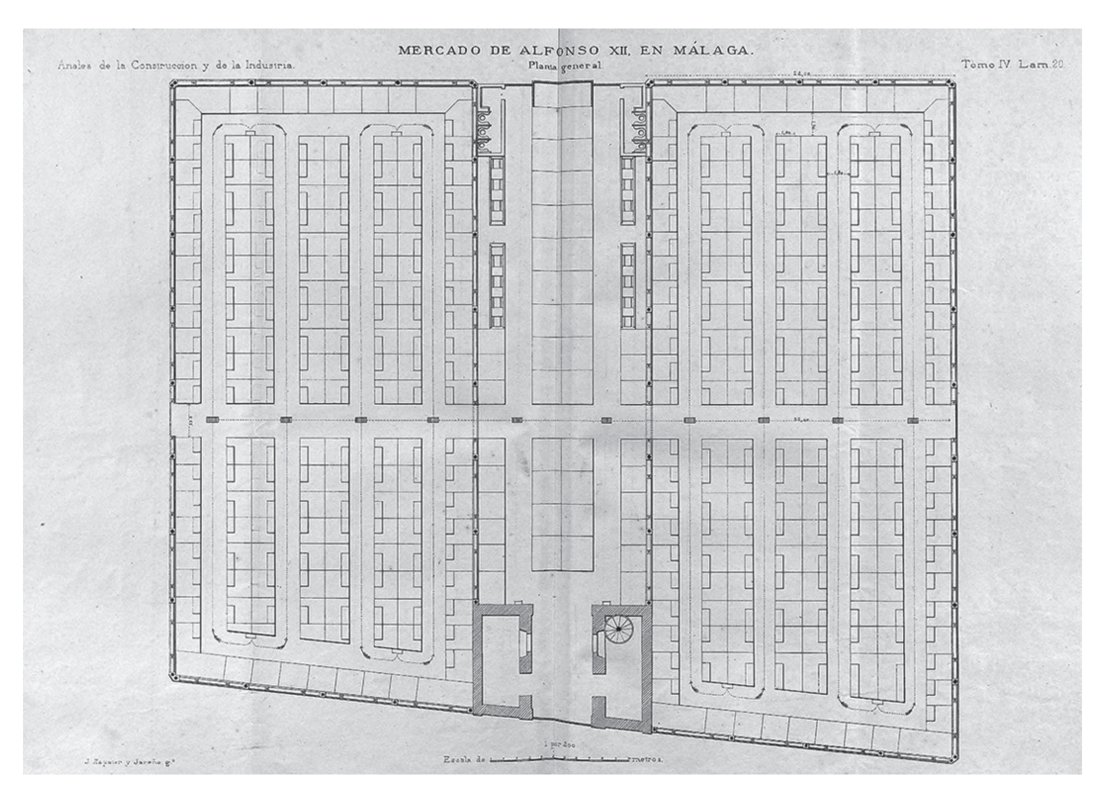


Figura 1
Planta baja (Repullés y Vargas 1879)

ción e iluminación de la parte central, de las naves laterales, cada par de armadura está dividido en dos partes iguales, de manera que la superior queda elevada 1,30 m sobre la inferior» (Repullés y Vargas 1879).

Las naves laterales están formadas por gruesas columnas de fundición que arrancan desde el suelo, presentando ocho y nueve tramos o intercolumnios en las fachadas laterales, y cuatro en la principal y posterior de 5,65 m de eje a eje de columnas. La forma del linternón de las salas laterales es de hierro doble T de 220 mm de altura y 16 mm de espesor de alma y las de la gran armadura que incluye el resto de la sala, están formadas de palastro (hierro o acero laminado) formando aspas con llantas (pieza de hierro más ancha que gruesa) de 50,9 mm y otras verticales de 130,9 mm unidas por medio de roblones a dos hierros T de 16,10 cm y de 20 mm de espesor. La armadura de la nave central es también de palastro de hierro T doble y de escuadra con la ligereza que le permite el recibir el poco peso de la cubierta de vidrio. La cubierta de las naves laterales es de teja plana barnizada, de color verde y amarillo.

Las fachadas están divididas en tres partes en vertical: la primera un zócalo de piedra y ladrillo visto, la segunda arcos árabes de fundición habiendo colocado tres en cada intercolumnio y la tercera los tímpanos de las arcadas también de fundición con ornamentación árabe y con aberturas en la parte superior para facilitar la ventilación. De los tres arcos de cada intercolumnio, el central es de doble luz que los otros dos, y las pequeñas columnas que los separan descansan sobre el zócalo. Los grandes arcos están cerrados por persianas fijas de madera y los pequeños por puertas vidrieras practicables en la parte inferior que pueden abrirse.

La luz que se recibe en la parte central del mercado es cenital, y se han dejado las arcadas que la separan con las naves laterales «desnudas» de manera que la luz pueda comunicarse mejor.

Repullés, enfatiza desde el principio del artículo la importancia que tiene que la compra-venta se realice de forma cómoda e higiénica. Así, como que al encontrarse los alimentos en un espacio cerrado, ventilado, limpio, donde primara la verdadera utilidad pública, se conservarían mejor y más frescos. Describe cómo se consigue una buena ventilación con los huecos unidos a los calados de los tímpanos de las arcadas y las partes abiertas de los lucernarios para que hubiera corriente. Ayudado de las ventanas de los arcos pequeños que controlaban la corriente cerrándose o abriéndose según el estado del día.

En cuanto a la evacuación de las agua, las recogerían en las alcantarillas del mercado sirviendo de tubos de bajada las columnas de fundición que sostienen las armaduras. En su parte inferior tienen una boquilla de 19 cm de diámetro que desagua en un pequeño depósito de fábrica de ladrillo comunicado con las alcantarillas por medio de barro cocido.

Expresa que este sistema ha de aplaudirse, ya que en Málaga el que los desagües evacúen en la acera no tienen nada más que inconvenientes y molestias como los canalones antiguos (Repullés 1879). Las obras se acaban en 1879, utilizándose 262.698 kg de hierro fundido y 163.115 kg de hierro dulce o forjado (Ordieres 1986). Costaron las obras 756.904 pesetas (Aguilar 1983).

Restauración de la puerta árabe

> La elegante portada, que se conserva por fortuna, es de gran mérito; se halla construida con mármol blanco y todos sus sillares estaban unidos sin mezcla ni betún, siguiendo el gusto adoptado por los fenicios. A entrambos lados de la portada había y se conservan hoy, dos escudos, fajados en diagonal con estas inscripciones en letras arábigas, correspondientes la primera a la derecha y la segunda a la izquierda: Sólo Dios es el rico, Sólo Dios es el valiente (Repullés 1879).

Durante el proceso de la demolición de las atarazanas, el arco fue desmontado y las piedras quedaron guardadas y numeradas para su posterior restauración e incorporación en el nuevo edificio. Con el fin de evitar que las dovelas que componían el arco situado encima de la puerta desaparecieran, el propio arquitecto insistía en que la rapidez en la reconstrucción era fundamental, solicitando que se colocaran en el hueco de la puerta del arco las dovelas, cerrándolo con una citara que uniera los alféizares del propio arco para evitar que pudieran desaparecer.

La puerta se encontraba en un estado lamentable, fruto de las sucesivas obras a lo largo de los tiempos. Su intervención se describe en dos niveles, el primero fue la restauración de la puerta propiamente y el segundo su adaptación a un nuevo lugar: un mercado de estructura metálica.

Según el documento de liquidación final redactado por Rucoba (Ordieres 2002), se describió en cuanto al proceso de montaje del arco: que se demolería el muro al que estaba adosado el arco árabe, que se desarmaría de sillares y se relabrarían los existentes. Se agregaría nueva sillería en el dintel probablemente de jaspón, así como sillería de piedra de Alicante de labra recta y almohadillado en el cuerpo central. Además, eliminaría la «pátina» para devolver al monumento su antiguo aspecto.

Describiría veintiséis piedras nuevas para el montaje de la portada probablemente destinada a las jambas del arco. La propia tonalidad del arco es la mejor referencia para diferenciar las piedras nuevas de las originales. Además, sería la parte más desgastada que había estado enterrada casi un metro respecto al nivel del suelo, aunque todo esto sólo se puede considerar como una hipótesis.

Por todos los datos conocidos se concluye que el arco habría quedado en pie adosado al muro construido para este fin, la citara mencionada en sus informes. El problema mayor era el desmonte de las piezas y su desplazamiento unos 25 m hacia el este. Hay que considerar que la puerta se descontextualizará aunque su uso sea el mismo: seguirá funcionando como puerta de acceso principal a un recinto.

Hay que tener muy presente el contexto en el que tiene lugar esta intervención. En 1870 pocas eran las personas cultas que valoraban el arte árabe. Rucoba reutiliza la puerta, y la encaja constructiva y compositivamente al nuevo edificio realizado con otro material y otras dimensiones a lo que fue el edificio al que daba acceso primitivamente. En cualquier caso, esta decisión la haría perdurar hasta nuestros días (figura 2).

Rucoba buscó una composición tripartita para integrar la puerta. Le añadirá dos cuerpos a ambos lados de la antigua puerta, más rebajados y con dos ventanitas de arco de herradura, columnas con esti-



Figura 2
Puerta árabe. Fachada principal (Foto del autor, 2013)

lizados capiteles y cerramiento de celosía de madera estrellada. Nos encontramos frente a otro intento de integración de todo el conjunto, apreciado hasta en los últimos detalles ornamentales. Estos nuevos módulos, así como la cornisa, son de piedra de Alicante en contraste con el mármol original y el jaspón. Probablemente fue decisiva en la elección la razón económica ante la dificultad de encontrar el nuevo material.

El resultado final al incorporar un elemento medieval a un contemporáneo edificio de estructura de hierro fue la fusión de dos etapas brillantes en la historia de Málaga (Ordieres 2002).

La importante reforma del mercado en los años 70 del s.XX

A lo largo de la historia del mercado se han sucedido varias reformas y reparaciones, aunque la más importante y significativa fue la del proyecto de 1966 del arquitecto César Olano después de un progresivo periodo de abandono. Con esta actuación se incluyen nuevos volúmenes y se introducen nuevos servicios como cámaras frigoríficas, cafetería, servicios y zona para niños (Barrionuevo y Mairal 2011) que desfiguraron el edificio original, obviando su historia.

Introdujeron falsos techos para ocultar instalaciones, se individualizaron los puestos, modificaron el solado y cambiaron las coloridas cubiertas por otras nuevas de fibrocemento en tonos grises (Ordieres 2002).

En 1973 se rehabilita de nuevo por los arquitectos César Olano y Carlos Verdú que encargan a los hermanos Atienza la elaboración de una gran vidriera sobre la historia de Málaga en el arco de fachada posterior en sustitución de la persiana de cristal de Rucoba (figura 3).

La puerta y el arco son declarados bien de interés cultural en 9 de septiembre de 1979 y el resto del edificio tiene «protección integral» (Barrionuevo y Mairal 2011).



Figura 3
Vidriera de la nave central (Foto del autor, 2012)

La última rehabilitación y restauración de 2010

Las últimas obras de rehabilitación y restauración son de 2008-2010 de los arquitectos Aranguren & Gallegos, donde según describen en la memoria del proyecto, se aborda a partir de dos premisas: respetar y recuperar el carácter histórico del edificio y mantener y mejorar la estructura de puestos de venta ajustándola a los estándares comerciales.

En la memoria del proyecto, Isabel Ordieres cuenta que en 2001 el estado de conservación del edificio era el resultado del progresivo abandono e ignorancia del público respecto a su valor histórico. Describe cómo los chapados exteriores cerámicos de la fachada se encontraban deteriorados, así como las bajantes, la vidriera de colores, la estructura metálica y el oscurecimiento de las lamas de vidrio de todas las fachadas.

De manera previa a la intervención, se encarga un estudio sobre las condiciones estructurales y de cimentación del mercado. En ese documento se concluye que las cerchas están en buen estado de conservación, que las uniones atornilladas son deficientes, y que los soportes sólo tienen en principio deficiencias de carácter puntual e inicial. El informe describe que el sistema de cimentación parece no sufrir alteraciones aunque sí habría cierta influencia negativa de la humedad contenida en el terreno de contacto con las superficies de basamento enterradas (Ordieres 2002).

Según describen los arquitectos en el proyecto y partiendo del citado estudio previo, para recuperar el concepto de mercado abierto, de plaza de abastos, en primer lugar procederían a la demolición de la entreplanta así como los puestos de mercado, para recuperar el espacio central y generar un espacio continuo, sin barreras, para poder introducir los nuevos puestos como en un contenedor.

El procedimiento de intervención continuaría comprobando que la estructura metálica del edificio no sufriría ninguna patología importante, la rehabilitarían, la tratarían con antioxidante y la pintarían posteriormente.

En la fachada limpiarían la cantería, en seco, con proyección de chorro de arena, sellarían las grietas y juntas y rehabilitarían las zonas más deterioradas como los encuentros de huecos con la estructura. Reintegrarían el volumen de piedra natural deteriorado con piedra de similares características a la original fijada mediante anclajes, y se restituirían los vivos perdidos reconstruyendo la pérdida de masa con mortero epoxi. Se tratarían las posibles eflorescencias de la piedra y se consolidarían las fachadas para aumentar la dureza de la piedra.

Los trabajos de rehabilitación y reparación de los paramentos verticales metálicos consistirían en la limpieza con chorro de arena húmeda a baja presión, reposición con piezas de fundición o poliéster en puntos singulares, decapado a presión e imprimación de protección de óxidos hasta aplicar finalmente la terminación con aceites y pinturas de acabado hasta obtener el color original.

Se recuperaría el ladrillo visto, en ese momento revestido por un aplacado, de manera que una vez demolido, sobre el ladrillo oculto se dispondría una fábrica de ladrillo cara vista, liso, prensado-aplantillado que recuperaría el diseño original (figura 4).

Se limpiaría y rehabilitaría la vidriera hasta recuperar su estado original, así como la celosía de lamas de cristal de la que se sustituirían todos los vidrios.

Se recuperaría la cubierta original de teja plana cerámica, vitrificada, en color verde y amarillo en las naves laterales y de vidrio laminar 4+4 con butiral traslúcido en la parte central imitando la original.

Se recuperaría el sistema de cogida de aguas como estaba originalmente, es decir, con la colocación de canalón de zinc visto en la nave central y oculto en las laterales. Se excavaría el punto donde existía el aljibe y se haría nuevo.

Nuevas instalaciones como fontanería, electricidad o climatización. Los nuevos aseos en planta baja se situarían junto a la fachada posterior.



Figura 4
Fachada principal (Foto del autor, 2013)

Picarían y retirarían todo el solado hasta 25 cm de profundidad para realizar una nueva solera impermeabilizada y pavimentada de terrazo continuo in situ.

También rehabilitarían el Torreón árabe adecuándolo para cuartos técnicos y oficinas. Demolerían la tabiquería interior existente y las carpinterías para sustituirlas por otras nuevas de semejantes características. La solería en planta baja sería de mármol y en las zonas de oficinas en las plantas primera y segunda de gres porcelánico. Su revestimiento en planta baja, antesala del mercado, se realizaría con estuco a la martellina y en el resto de cerramiento del mercado se trasdosaría un enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento.

Los nuevos puestos de venta se realizarían con estructura metálica y revestimiento de chapa ondulada lacada prefabricada con acabado en aluminio. Pretenden crear una estructura de puestos desarrollados como una secuencia de prismas cromáticos que establezcan un diálogo contemporáneo con la estructura histórica del mercado. La formación del pavimento elevado de los puestos se realizaría mediante estructura auxiliar tubular y acabado superficial con tableros de madera (Aranguren y Gallegos 2002).

Coincidiendo con las obras se realizó un proyecto de intervención arqueológica bajo la dirección del arqueólogo fallecido Antonio Rambla Torralbo que concluye que la ocupación medieval más antigua en el solar es entorno al s.XII, apareciendo otra fase constructiva de época moderna confirmando los distintos usos del edificio. El 27 de octubre de 2008 la Consejería de Cultura autoriza el soterramiento de los restos quedando el inmueble bajo custodia arqueológica (Barrionuevo y Mairal 2011).

Conclusiones

A modo de conclusión podríamos decir que Rucoba armoniza la herencia patrimonial con la innovación de la arquitectura de hierro de una manera sensible, inspirada en la arquitectura árabe. El esquema compositivo, la decoración geométrica, los arcos de herradura, se combinan magistralmente desde la reflexión estilística, la memoria histórica, la conservación y la restauración refundidas en este edificio. Riqueza perdida a lo largo de las reformas del tiempo, que afortunadamente y con mucho acierto recuperan Aranguren & Gallegos con lenguaje contemporáneo. De nuevo una restauración que refunde distintas épocas artísticas.

Lista de Referencias

Aguilar Civera, I. 1995. «La crítica de la arquitectura y de la ingeniería entre 1876 y 1890: M. Carderera, J. A. Rebolledo, E. Mª. Repullés, E. Saavedra y Los anales de la construcción y de la industria». *Ars Longa: cuadernos de arte, 6*: 33-36. Valencia

Aguilar García, M.D. 1983. «El mercado de atarazanas». *Baética. Estudios de Arte, Geografía e Historia, 6:* 7-23. Málaga.

Aranguren y Gallegos. 2002. *Proyecto de ejecución de rehabilitación de mercado de las atarazanas de Málaga.* Arquitectos: Aranguren & Gallegos. Gerencia de urbanismo del Ayuntamiento de Málaga. Departamento de Proyectos y Obras. Negociado de edición. Visita de expediente: Archivo Departamento Arquitectura. P.A.29/03: 7-69.

Barrionuevo, M.R y Mairal, M.C. 2011. «Las Atarazanas Malagueñas». *Péndulo, 22:* 90-107. Málaga.

Caballero, J.V. 1987. «El impacto de la reforma interior en el patrimonio urbano de origen musulmán: la demolición de las atarazanas y la alhóndiga». *Jábega, 56*: 72-80. Málaga

Camacho Martínez, R. 1991. «Las atarazanas de Málaga. Proyectos de intervención en el siglo XVIII». *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII. Historia del arte, 4*: 265-282

Castañer Muñoz, E. 2004. *La arquitectura del hierro en España. Los mercados del siglo XIX.* Madrid: Real Academia de la Ingeniería

Hernando, J. 1989. *Arquitectura en España. 1770-1900*. Madrid: Ediciones Cátedra, S.L.

Navascués Palacio, P. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936).* España: Ediciones el Viso

Ordieres Díez, I. 1986. *Joaquín Rucoba. Arquitecto (1844-1919)*. Santander: Ediciones Tantin

Ordieres Díez, I. 2002. *Memoria histórica del mercado de las atarazanas de Málaga.* Apartado 4 de las memorias del Proyecto de ejecución de rehabilitación de mercado de las atarazanas de Málaga. Arquitectos: Aranguren & Gallegos. Gerencia de urbanismo del Ayuntamiento de Málaga. Departamento de Proyectos y Obras. Negociado de edición. Visita de expediente: Archivo Departamento Arquitectura. P.A.29/03: 7-69.

Palomares Alarcón, S. 2013. *Arquitectura industrial: Mercados de abastos en la provincia de Jaén. Y otros ejemplos andaluces.* Jaén: Fundación Caja Rural de Jaén

Repullés y Vargas, E.M. 1879. «Mercado de Alfonso XII en Málaga». *Anales de la construcción y de la industria, 16:* 241-244.

Puesta en obra de la fábrica de sillería de las obras portuarias del siglo XVIII: el Real Arsenal de Cartagena

María Jesús Peñalver Martínez
Juan Francisco Maciá Sánchez
Gema Ramírez Pacheco

Las obras de construcción del muelle de la dársena del Arsenal de Cartagena darán comienzo del 20 de mayo de 1750.[1] El tiempo que transcurre desde la aprobación del proyecto definitivo[2] hasta esta fecha, se ocupa en diversos trabajos: allanar los terrenos que ocuparán las obras con la finalidad de hacerlo practicable a los carruajes para el paso de materiales y ganar espacio para su acopio,[3] construcción del Cuartel de la Casa del Rey, edificación del muro que cerrará el Arsenal por la parte de la ciudad, perfeccionamiento de la obra de desvío de las ramblas y se procederá al acopio de materiales para comenzar las obras del muelle con la seguridad de que no haya problemas en su suministro.

La expectación creada y la singularidad de las obras de construcción del muelle de la dársena que se van a comenzar queda reflejada en la siguiente reflexión del Ingeniero Director de las mismas, D. Sebastián Feringán Cortés.[4]

> … Las obras que seban a emprehender en este Puerto, creo no aya otras iguales: se ben estos casos rara vez: hize juicio que muchos por aprehender, solizitaran asistir a ellas, pero experimento al contrario…

Los materiales primarios: la piedra y la madera

En la construcción del andén del muelle de Cartagena se emplean principalmente dos materiales: la piedra y la madera. La utilización del primero se destina principalmente a la construcción del muro, y la madera se emplea fundamentalmente para las contenciones y la ejecución de la cimentación mediante pilotes.

El empleo de otro tipo de materiales, a los que denominamos auxiliares, y que se caracterizan por ser materiales compuestos por la combinación de otros, es necesaria para garantizar la trabazón y refuerzo de los anteriores. Los morteros de agarre obtenidos a partir de la mezcla de la cal con otros componentes serán los fabricados a tal fin. Dichas mezclas utilizarán la cal como aglomerante principal, al que mediante la adición de diversos materiales dará lugar a argamasas de diversas características en función del lugar y la aplicación que se les pretenda dar. Estos componentes serán, en el caso del muelle, Los aglomerados que se utilizan para la obtención de morteros en las obras del muelle de Cartagena, son diversos: arena, *puzzolana*, aceite y tierra *láguena*.

La aparente homogeneidad que se desprende de la utilización de la piedra como material principal para la construcción del muelle, se ve alterada por la distinta naturaleza del material pétreo utilizado en función de su situación en los diferentes elementos constructivos que lo componen.

Al igual que el resto de tratadistas clásicos, Brizguz y Bru (1738), explica sobre las distintas calidades de piedra:

> Tiene la piedra el primer lugar entre los materiales, que hemos de explicar. Hallase, pues, de dos calidades dife-

rentes, la una dura, y la otra blanda ó tierna. La dura es fin duda la mejor, porque sus partes estan mas estrechamente unidas, y apretadas que las de la blanda, y asi son mas capaces de resistir á las injurias del tiempo, ó al corriente de las aguas, en los edificios que en ella se fabrican. En los parages que se huviere de fabricar, se podrar juzgar de la buena, ó mala calidad de piedra de las canteras del contorno, por el examen de aquella que se huviere puesto en obra en algunos edificios antiguos…

El reconocimiento del material pétreo utilizado en la construcción del muelle de Cartagena y los documentos manuscritos originales consultados, ponen de manifiesto el empleo de tres tipos de especies mineralógicas, siendo rigurosa la colocación de cada una de ellas, respecto al elemento constructivo al que dan lugar. A este respecto, el mismo tratadista del siglo XVIII, dice:

Quando se fabrica algún edificio, en que es preciso valerse de piedras diferentes calidades, se debe cuidar de colocar la mas dura, y que mejor resiste á la humedad, en los puestos mas expuestos al ayre, reservando la que se sospecháre que no es tan buena para meterla en los fundamentos, y otros parages cubiertos.

Estas recomendaciones, son seguidas por Feringán, a la hora de elegir la disposición del material pétreo en la construcción del muelle. La *piedra de Atabayre* para el cimiento y la zona del alzado del muro que quedará sumergido y protegido bajo las aguas. Esta piedra conocida comúnmente con el nombre de *Tabaire*, se extrae de explotaciones de la época romana situadas en la localidad de Canteras muy próximas a la ciudad. La *piedra de Alicante* para las hiladas del muro que emergen sobre el nivel de las aguas y la *piedra fuerte* para materializar la última hilada de coronación expuesta a las agresiones del tráfico portuario además de a las inclemencias meteorológicas. Estos dos últimos materiales pétreos, aunque de distinta composición mineralógica, proceden de la cantera alicantina de San Julián.

La procedencia exacta de los materiales pétreos empleados ha sido determinada tras la consulta de diversos documentos manuscritos. Comenzadas las obras y las labores de colocación de sillares en las diversas bandas del muelle el ingeniero no menciona la procedencia de las hiladas iniciales que va colocando bajo el nivel de las aguas a medida que lo ejecuta. Es en documentos posteriores donde se certifica la procedencia de las mismas. En octubre de 1758 al hablar de estado en el que se encuentra la obra del muelle del sur, hace referencia a que todo el macizo de éste se ha realizado con piedra de *Atabayre*:[5]

…, y quedan empleados en todo este macizo de Muelle 3220 sillares de Atabayres de quatro pies Reales de largo y dos de ancho y alto…

Al aproximarse el momento en el que debe comenzar a realizar el nivel de la pared del muelle que se halla por encima del nivel del agua y con ello la necesidad de colocar una piedra de naturaleza más resistente que resista las inclemencias atmosféricas, Feringán considera oportuno enviar a algún subalterno a Alicante, tal y como recomienda Briguz y Bru (1738), para comprobar los resultados obtenidos por la piedra de aquellos contornos utilizada en la construcción de diversas edificaciones de la ciudad.[6]

…; he tomado el prudente consejo que dan todos los Autores, en hazer reconocimiento de los edificios antiguos obrados con el Matterial de que se quiere usar, para examinar su permanencia: … por lo que en diligenzia imbie a el Yngeniero Dn. Matheo Bodopich el dia 10 para que lo reconoziesse, …

Vodopich se traslada a Alicante con la siguiente comisión:[7]

…: Conviniendo tener individual noticia de la permanencia, dureza, y estado, que tiene en las Obras y Edificios la Piedra, que se saca en las Canteras de Alicante, nombradas: Sn. Julián, y la Mina del Castillo, y, á este efecto, hacer reconocimiento formal de la empleada en los de aquella Ciudad, assi en los militares y civiles, como en las Obras, que bate el Mar, …, para que en la que se emplee en este Arcenal sea con el acierto que corresponde: encargo á Vm.

Que luego se transfiera a aquella Plaza, y que reconozca, y examine, con el mayor cuidado, la Piedra de las expressadas Canteras, que aya empleada en la Yglesia de Sn. Nicolas,…especialmente las immediatas al suelo que sirven de socolo: la empleada en el Muelle, …: las de la Muralla,…, que las bate el Mar, y observara la consistencia de ella, si el ayre, y el sol la deshace, si la empleada a flor de agua esta endurecida, o si se come: y en el Muelle si con el tragino del Comercio se usa, y deshace: y asimismo si en los socolos exteriores de la Yglesia de Sn. Nicolás,…, ay empleada Piedra más dura, que no sea de las expresadas Canteras,…y formara Relacion circunstanciada,…, para que en su inteligencia, pueda yo resol-

ver las obras de este Arcenal, á que puedo aplicar la expressada Piedra, además de las que tengo señaladas…

A su vuelta Vodopich informa:[8]

…Toda la obra del Muelle está hecha de Piedra de Silleria de la Cantera de San Julián, y de la mina detrás del Castillo: la mitad de dicho Muelle, dicen los ancianos, se ha construido más há de 300 años, …

Se ha reconocido con cincél, y pico y se encontró, están sana, sinque la coma el salitre, antes parece piedra fuerte, assi la que está dentro de el agua, como la que está fuera: y si alguna de esta, que está debaxo del Cordon del Fuerte, y el Cordon mismo están tocados del salitre, és por tener algunos gabarros, ó nidos, por ser piedra del escombro de las Canteras, según aseguran los Maestros Canteros; pero ni por las muchas faenas, que se hacen en dicho Muelle, se experimenta, averse gastado las piedras del paramento, y losado, porque si algunos sillares del andén están arrancados, provino de los golpes de Mar, embarcos y desembarcos: y prueba de ser de buena calidad, no averse gastado, como de tan pesadas, y continuas faenas podría temerse…

Nombres de las Pedreras, y para que uso se puede aplicar la Piedra, según lo que hé visto en los Edificios, y lo que los practicos del Oficio aseguran.

La Piedra de la Cantera de san Julián es buena para arquitectura.

La de la cantera de entre las dos sierras se puede aplicar para lo mismo.

La de la Cantera de mál paso para Cornisas, Ympostas, Dobelas.

La de la Mina del Castillo para dentro del agua.

Alas espaldas de san Julian azia Lebante ay otra Cantera, cuya piedra también es buena para arquitectura.

La de la Cantera que está a espaldas de san Francisco, es buena para los socolos, y andén del Muelle…

Feringán, a la vista del informe del ingeniero Vodopich sobre las canteras de Alicante, concluye sobre la naturaleza de las piedras que se han de utilizar en las obras del muelle.[9]

…; y en su inteligenzia me pareze sera combeniente emplear de esta piedra para los Diques y Astilleros en todos los Paramentos exteriores, en lo interior y macizo de la obra, piedra de Atabayres, y de la fuerte en los coronamientos, con lo que se consigue firmeza, hermosura y mucho ahorro…

Parece que el Ingeniero Director de las obras de Cartagena constata entonces lo acertado de sus planteamientos iniciales. A la luz de lo expuesto, decidirá utilizar finalmente para las hiladas superficiales del muelle, piedra de Alicante procedente de las canteras de San Julián. Sin embargo, para la última hilada de coronación y piedra de pavimentación del andén, no existe noticia explícita sobre su procedencia final. El ingeniero ha barajado inicialmente la posibilidad de emplear la *piedra fuerte* de las canteras del puerto de Portmán, pero la aconsejada últimamente por Vodopich para esta ubicación es la proveniente de la cantera de Alicante a espaldas de San Francisco. A este respecto parece lógico pensar que Feringán se decante por unificar la procedencia de la materia prima, dado los esfuerzos que supone la creación de las infraestructuras necesarias en el puerto de Portmán para sacar las piedras por mar rumbo a Cartagena. A este hecho se suma la orden dada al Administrador de Rentas de Alicante para que exima a D. Juan Esteban de Astrearena del pago de los derechos por las embarcaciones que cargadas de piedra de sillería saca de Alicante con destino a las obras del puerto de Cartagena.[10]

De esta manera se puede concluir, que finalmente el remate del muelle de Cartagena que emerge sobre el nivel del mar se compondrá de dos hiladas de *piedra de Alicante* (2) y una última camada de *piedra fuerte* de la misma procedencia (3). El resto de alzado del muro de revestimiento del andén (a), se realiza con piedra de Tabaire (1), que queda protegida por las aguas del puerto (figura 1).

La colocación de sillería en las obras del muelle de Cartagena comienza el 17 de noviembre de 1750[11] y un mes antes se tienen acopiados en la obra 6.319 sillares de piedra de *Tabaire.*[12] La avidez y demanda



Figura 1
Imagen del muelle de la dársena de Cartagena donde se pueden observar las distintas especies mineralógicas empleadas en la construcción del muelle de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 428)

del material pétreo llevará a Feringán a reciclar materiales de otras obras prexistentes y a utilizar los producidos por trabajos de desmonte que se realizan en otras actuaciones periféricas a la dársena del Arsenal. Estas piedras no serán utilizadas en la obra del muelle de la dársena donde las exigencias a su naturaleza deben ser elevadas, pero sí en el resto de las obras del arsenal como material para mampostear.

Para mostrar la magnitud de la demanda de sillares que requieren las obras del muelle de Cartagena y los problemas de suministro que ésta conlleva, baste decir que en determinados momentos de la obra, Feringán necesita entre 300 y 400 sillares al día para poder garantizar el ritmo adecuado de las obras que dirige.[13]

> …, pero temo que el actual assentista, no me pueda dar abasto de sillares respecto aque según la disposizion enque ya tengo la obra, podre emplear y poner en ella por ahora 300 sillares al dia, y espero passen de 400…

En ocasiones las obras llegan a paralizarse por falta de suministro de piedra, tal y como sucede con los muelles del norte y del este en agosto de 1751.[14]

Las obras de fábrica de sillería

De los materiales empleados en las fábricas de sillería del muelle se ha tratado con anterioridad. En este punto se aborda la traba empleada para la ejecución de las mismas y el sistema de puesta en obra que posibilita su ejecución.

En primer lugar, es necesario recordar que los documentos manuscritos consultados que versan sobre las obras de construcción del muelle de la dársena de Cartagena, abordan éstas desde dos perspectivas diferentes: aquellos que hacen referencia y explican lo que se proyecta construir y los que describen la obra finalmente ejecutada. En múltiples ocasiones, los primeros recogen con mayor detalle y precisión los numerosos aspectos contemplados para la futura ejecución de las obras y los segundos, sin embargo, muestran discrepancias con lo explicado en los anteriores pero sin dar mayores explicaciones acerca de las causas que motivan tales diferencias ni detallándolas con exactitud. Por todo ello, en esta investigación ha sido necesario en ocasiones, extrapolar criterios expuestos durante la fase de proyecto para obtener conclusiones sobre los modos de operar durante la ejecución de la obra. De esta forma ha sido posible encontrar las explicaciones ausentes en los documentos de la obra y de esta forma comprender y completar el contenido de los documentos gráficos realizados sobre los trabajos realizados.

La investigación sobre las obras de sillería del muelle es un claro ejemplo de lo anterior. La información gráfica que se acompaña a continuación es fruto de este proceso. Los dibujos que muestran el aparejo de sillería finalmente ejecutado en el muelle son el resultado de la síntesis de datos que el Ingeniero Director de las obras aporta a lo largo de más de veinte años de trabajos. Estos abarcan desde el comienzo de las obras del muelle en 1732 que serán finalmente abandonadas, hasta los documentos que realiza en los cincuenta para transmitir a la corte la evolución de las obras que se realizan en el arsenal cartagenero. Todo ello, sin olvidar la información de lo que se proyecta construir, previa a la ejecución de lo que será el muelle definitivo que circundará la dársena de Cartagena.

La puesta en obra de los sillares

Las dimensiones de los sillares utilizados por Feringán para la construcción del muelle son piedras de $4 \times 2 \times 2$ pies[15] (figura 2).

> …se han levantado los Muelles, con sillares de quatro pies de largo y dos enquadro, enlechadas y tomadas sus juntas con el maior cuidado, con cal y Pozolana, piedra viva a fuerza de hierro a propósito, y ladrillo picado para mas dessecar, de modo que haze una admirable y fuerte trabazón, con los dientes y encajes con que se han dispuesto las piedras, que por la obra agua alguna transpira…

A pesar de ello, el ingeniero solicita que se le suministren piedras de dimensiones algo mayores,[16] de manera que éstas permitan su labrado a pie de obra y el ajuste necesario a las condiciones reales de la misma. Además, estas holguras en las dimensiones de los sillares, permitirán tallar el resalto existente en la cara frontal de las piedras expuestas al mar, de manera que éste proteja el material de la junta del posible lavado ocasionado por el oleaje.

> …carretales de piedra de Atavayres de 4 pies 2 pulgadas de largo, 2 pies 2 pulgadas de hancho, 2 pies y 8 pulgadas de alto se nezessitan…

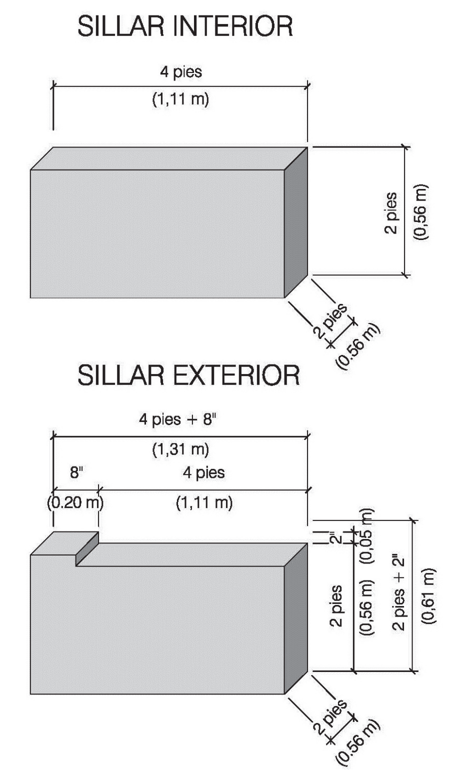


Figura 2
Geometría y dimensiones de los sillares empleados en la construcción del muelle de la dársena del puerto de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 470)

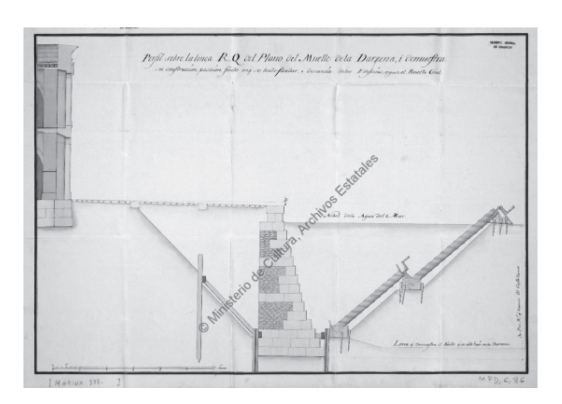


Figura 3
Sección del segundo muelle proyectado para la dársena del Arsenal de Cartagena en 1749 (Peñalver 2012, 1: 363)

Para el conocimiento del sistema de puesta en obra utilizado para la colocación de estos sillares en su posición adecuada para constituir el muro del cantil del puerto han resultado fundamentales los datos suministrados sobre las obras que se realizan en el muelle a lo largo de 1732 y 1733 y que son finalmente abandonadas, así como los que aporta el ingeniero para explicar el segundo muelle proyectado (figura 3). Estas explicaciones a pesar de no corresponder a las obras que finalmente se realizan, han posibilitado interpretar y completar la documentación gráfica existente sobre la obra definitiva y profundizar en su entendimiento.

Con motivo de la aclaración pedida por el ministro Patiño a Feringán sobre el modo de colocar las piedras del cimiento del muelle que se construye en 1733 y la cabria utilizada para ello, el ingeniero explica lo siguiente,[17]

> …En quanto a la explicazion que VE se sirve pedirme, sobre lo que expusse a VE de las piedras que dejaba arregladas sin material para que sirvieran de estribo, y para lo que se baya obrando dire a VE que como por la calidad del terreno y proximidad de los Almazenes no puedo abrir la excabazion que combiene para sentar de una vez muchas piedras con la trabazón que corresponde, por lo que luego que ay lugar para una se pone y le cargo sobre ella dos mas sin material para que agan pesso den asiento a la primera y sirvan de estribo.
>
> Luego que se haze lugar para otra piedra como abia de traer otra de fuera de la obra, la tomo de las que pusse enzima de la primera y ago con ella lo mismo cargándola con otra, y puesta la primera ilada y asiento de la obra; dejando quatro piedras sin cargar las mazizo y fijo con material las juntas, y tomo de las piedras que ay al lado sin material arreglándolas sobre la primera ilada fijadas y sentadas con material y con la trabazón que corresponde para que alternatibamente una ylada sobre otra bayan las piedras unidas con mucha solidez y que la piedra de la segunda ilada trabe lo menos tres de la primera,…

La cercanía de los almacenes a las obras y el insuficiente palplanchado de tablones que todavía se utiliza en esta fase de las obras, obligan a Feringán a idear esta forma de puesta en obra para los sillares del cimiento. De esta forma posibilita su colocación en una excavación que se tiene que ir abriendo paulatinamente y garantiza el estribado del palplanchado que contiene los empujes de las tierras de la excavación.

El método explicado en esta ocasión por el ingeniero, no será extrapolable íntegramente a las obras

del muelle ejecutado finalmente en la segunda mitad del setecientos. En éstas no existirán edificios en las inmediaciones de las obras y se habrá mejorado el tablestacado que se compone ahora de estacas y tablones engargolados. Ambas razones posibilitan la apertura completa de la excavación y la innecesaridad de colaborar con la sillería en el arriostramiento de la contención de la zanja.

En cuanto a los medios auxiliares empleados para la colocación de la sillería y las disposiciones adoptadas para permitir su ubicación centrada al nivel del enrejado del cimiento, son descritas por el artífice de las obras con gran precisión en las siguientes líneas:[18]

> … El instrumento que dispusse para suspender las Piedras, fue una cabria alta con 4 pies que han de ir corriendo por la obra conforme se vaya adelantando. Se ha hecho pedazos por ser de estillas de Remo de Galera y aora la he hecho hazer con arbolillos de media puza que unidos los quatro a competente altura les hice poner arriba un montón de 3 roldanas del que pasados los cabos se suspende de ellos otro montón de 2 y viniendo el cabo a pasar por una roldana que pongo en tierra fuera de la obra donde conviene ba aun argano que he puesto con palancas muy largas en que se recoge el cabo. En los carretales he hecho hacer un abufero estrecho al prinzipio y acola de golondrina azia dentro en el que se meten tres piezas de hierro, dos alos lados con la figura del aufero y la terzera igual que entra ajustando las dos primeras que con un perno se agarra una manilla y esta al montón de las roldanas en cuia disposizion con 3 muchachos en las Palancas del Argano se suspende la piedra que biene directamente al medio del cajón que se esta obrando de donde estando suspendida se lleva a donde se hade sentar que luego que suzede se le quitan los hierros para ponerlos a otra, y assi se ba obrando en la conformidad que he dicho antes, y en un quarto deora se pueden sentar doze piedras,…

El aparejo empleado para la ejecución de la fábrica

En la transcripción anterior correspondiente a la aclaración que Feringán da al ministro Patiño sobre el modo de colocar las piedras del cimiento del muelle que se construye en 1733 existe un dato relevante pero insuficiente respecto a la traba utilizada en los

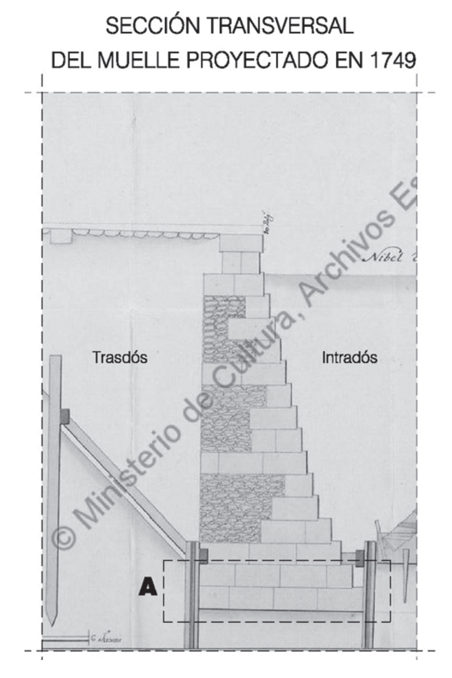




Figura 4
Traba de sillería propuesta para el muelle en 1749 (Peñalver 2012, 2: 470)

sillares del cimiento: «cada piedra de la hilada superior debe trabar al menos con tres de la inferior».

La aclaración a estas palabras la hallamos en los planos de proyecto que para la ejecución del muelle el ingeniero manda a la corte en 1749 con motivo de la aprobación de su proyecto para el Arsenal de Cartagena. En dichos documentos y especialmente en la planta del cimiento, Feringán dibuja con detalle la traba que plantea para la construcción de su obra (figura 4). En la representación del mismo, se observa que cada piedra del plano superior traba al menos con tres del inferior, cumpliendo así la premisa enunciada con anterioridad por el ingeniero.

Aunque inicialmente pareció que con esta certeza se zanjaba lo referente al aparejo de la fábrica del muelle, la planta del mismo no correspondía con las secciones transversales que Feringán realiza con posterioridad de la obra ejecutada.

En la sección transversal del muelle datada en 1753, se observa que la traba de la sillería corresponde a un aparejo flamenco,[19] donde aparecen sogas y tizones de forma alternada estando cada tizón centrado en la soga superior e inferior (figura 5). Esta sección es incompatible con el aparejo propuesto por Feringán en su proyecto de 1749.

Para hacer concordar el aparejo inicialmente proyectado por el ingeniero con la representación reflejada en los planos del muelle ejecutado, se plantea la hipótesis de girar el aparejo propuesto inicialmente 90 grados (figura 5. B), de manera que el resultado de seccionar el muro de revestimiento del cantil sea el representado en la sección de 1753.

Aunque inicialmente se desconocían las razones que podían haber llevado a Feringán a tomar tal decisión, tras un análisis más detenido del aparejo y aplicando criterios de lógica constructiva, podemos aventurar los motivos que llevaron al ingeniero a introducir tal modificación en la obra.

Los sucesivos niveles de sillería del muelle proyectado en 1749 orientan su aparejo en dirección perpendicular a la directriz del muelle (figura 4). En los niveles de sillería del muelle ejecutado en 1753 la dirección de éstos se adecua a la longitudinal del muelle (figura 5).

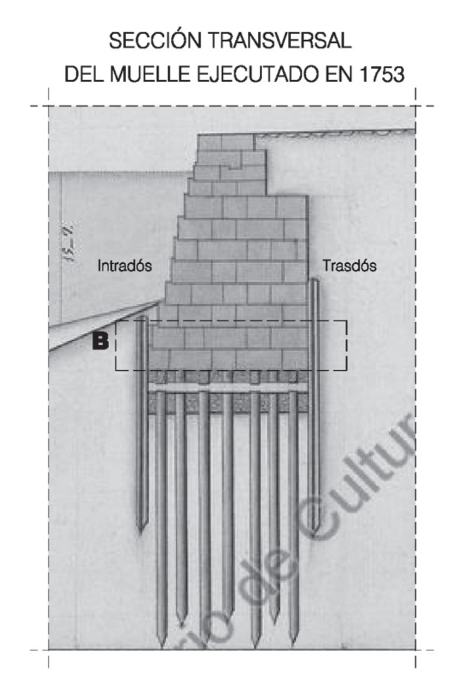




Figura 5
Traba de sillería ejecutada en el muelle en 1753 (Peñalver 2012, 2: 470)

Esto parece indicar que en un primer momento, Feringán prioriza el diseñar un aparejo que asegure la posibilidad de conseguir un espesor de muro suficiente y con la trabazón necesaria. Sin embargo, y una vez comenzada la obra, el principal problema del ingeniero será el poder garantizar el correcto enlace de los bataches contiguos de muelle que se construyen sucesivamente. Para ello, será de vital importancia la geometría de la junta resultante entre bataches y la posibilidad de utilizar llaves que cierren y traben dicha unión entre los distintos niveles de sillares de los diferentes cajones.

A este hecho, debemos añadir otras ventajas que pudieron hacer decantar la decisión del ingeniero al giro del sentido del aparejo inicialmente proyectado. En primer lugar, el aparejo longitudinal ofrece mayor comodidad constructiva al reducir el número de cortes necesarios en los sillares y permitir corregir las alineaciones de la obra de una forma más operativa. En segundo lugar, se reduce el número de tendeles que quedan expuestos a la acción del mar, o lo que es lo mismo, se minora el número de juntas expuestas al lavado por la acción de las mareas.

La coronación y el amarre de navíos

La coronación del muro que reviste el andén del muelle de la dársena de Cartagena, la conforman las tres últimas hiladas de sillería del mismo; dos de *piedra de Alicante* y la de remate de *piedra fuerte*. El aparejo utilizado en estos últimos niveles de sillería es el mismo que el explicado para el resto de la fábrica del muelle.

A la vista de lo anterior cabe preguntarse el por qué dedicar un apartado específico para tratar un elemento del que parece que ya se han abordado sus aspectos más relevantes. Pues bien, la razón que lo motiva es que en la coronación del muelle es necesario colocar las argollas que servirán de asidero a los navíos que atraquen en el nuevo puerto. Estos elementos requerirán de un importante anclaje en la obra para ser capaces de resistir las tracciones transmitidas por los buques que a ellos se amarran. El afirmamiento de estas argollas a la obra de fábrica se garantizará mediante su correcto diseño y la construcción en el trasdós del muro de unos estribos o contrafuertes que lo refuercen allí donde se deban colocar dichos asideros.

Los dos planos adjuntos representan la evolución del diseño de las argollas de la dársena de Cartagena colocadas para el amarre de sus navíos. El primero de ellos muestra el diseño original que Feringán envía a Ensenada para su aprobación (figura 6) y el segundo es un plano anónimo y sin fecha pero que representa la solución adoptada finalmente a la vista de las modificaciones ordenadas por el Rey (figura 7).

El 6 de febrero de 1752, Feringán envía a la corte el plano que define las proporciones y colocación de las aldabas de amarre, no sin antes advertir que no ha hallado información bibliográfica acerca del diseño y colocación de este tipo de argollas en los puertos ni ejemplos que seguir al respecto. Es por ello, por lo que aclara que basa su diseño en el conocimiento de las anclas, y su colocación la define a 46,66 varas (39,00 m) de distancia entre ellas, en base a la longi-

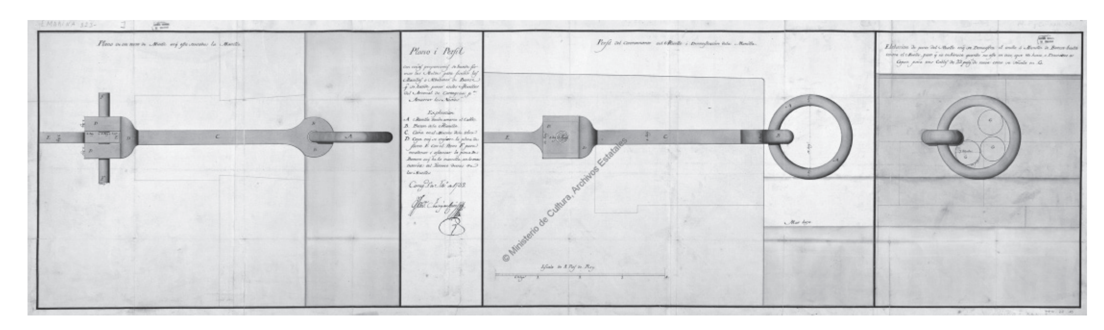


Figura 6
Plano y perfil para la construcción de las manillas de bronce que se han de colocar en los muelles del arsenal de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 476)

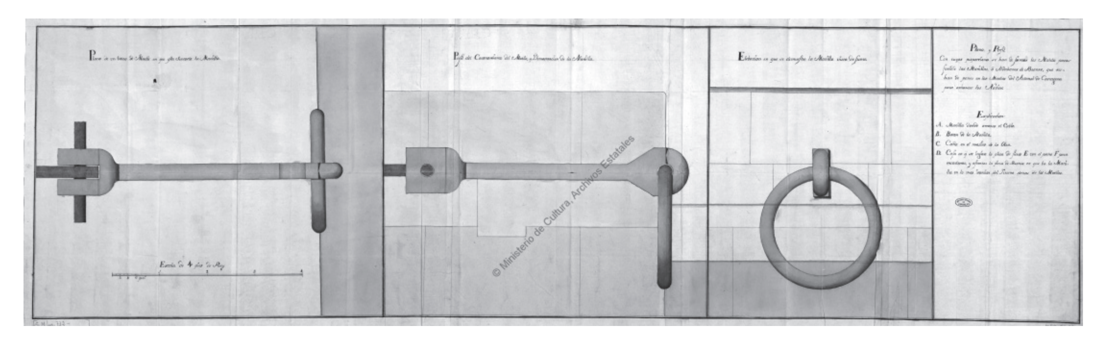


Figura 7
Plano y perfil modificado para la construcción de las manillas de bronce que se han de colocar en los muelles del arsenal de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 476)

tud de los navíos. Además, propone colocar una intermedia de forma alternativa, para poder amarrar barcos en la zona central de la dársena.[20]

> … No he allado Autor que trate de la Disposizion y colocazion que se hade dar a estas Manillas ni a la distancia que se han de colocar unas de otras, ni he estado en Puerto donde las aiga que pudiera aber tenido la curiosidad de notarlo. Para sus proporciones y solidez me he Gobernado, por la prudente conparazion de las mas robustas Anclas y considerazion de su permanencia y esfuerzos que tienen que hazer: Para la distancia de su colocazion tengo presente, lo largo de un Nabio y que puesto su costado a siete varas distante del Muelle, hallo que los cabos de Popa y proa lo menos que pueden tender son las 46 Varas 2/3 que considero de una manilla a otra; y para ponerlas mas espessas por todo, no hallo razón; y solo se pueden poner a una distancia como las dichas, y en otra añadir una Manilla, y assi alternativamente, en sola la Darzena, afin que entre dos Nabios pueda pasar un cabo a otros que estubiessen mas apartados de los Muelles …

Con la disposición descrita para las manillas de agarre, el número resultante de las mismas a colocar en las obras del puerto sería de 114 si se consideran las 15 que él propone colocar intermedias de forma alternativa, ó 99 si finalmente sólo se colocaran cada 46,66 varas (39,00 m).[21] En su diseño, el ingeniero propone colocar la anilla perpendicular al cantil del muelle, de manera que se abata sobre él cuando no esté en uso y no entorpezca así el tráfico marítimo.

El diseño original de Feringán es modificado por orden del Marqués de la Ensenada y será esta segunda propuesta la que el Rey aprobará para la fabricación de las manillas de amarre del puerto de Cartagena[22] (figura 7). Con el nuevo diseño resultan necesarias un total de 82 y se determina que se fabriquen en la Fundición de Sevilla.

Los botones originales que se conservan en el muelle norte de la dársena del puerto de Cartagena se encuentra situado entre las dos últimas hiladas de sillares del muelle (figura 8). Su orientación es vertical de manera que la anilla de bronce, que en su día colgara de él, quedaría paralela al muelle, tal y como se contempla en la segunda opción aprobada por el Rey (figura 7).

Las anillas de amarre para los navíos se anclan mediante un tirante de hierro en la zona posterior del muro. Para ello, resulta necesario la construcción de unos machones que actúen a modo de contrafuertes que refuercen el muelle en sus zonas de anclaje.



Figura 8
Botón de bronce en el muelle norte de la dársena del puerto de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 479)

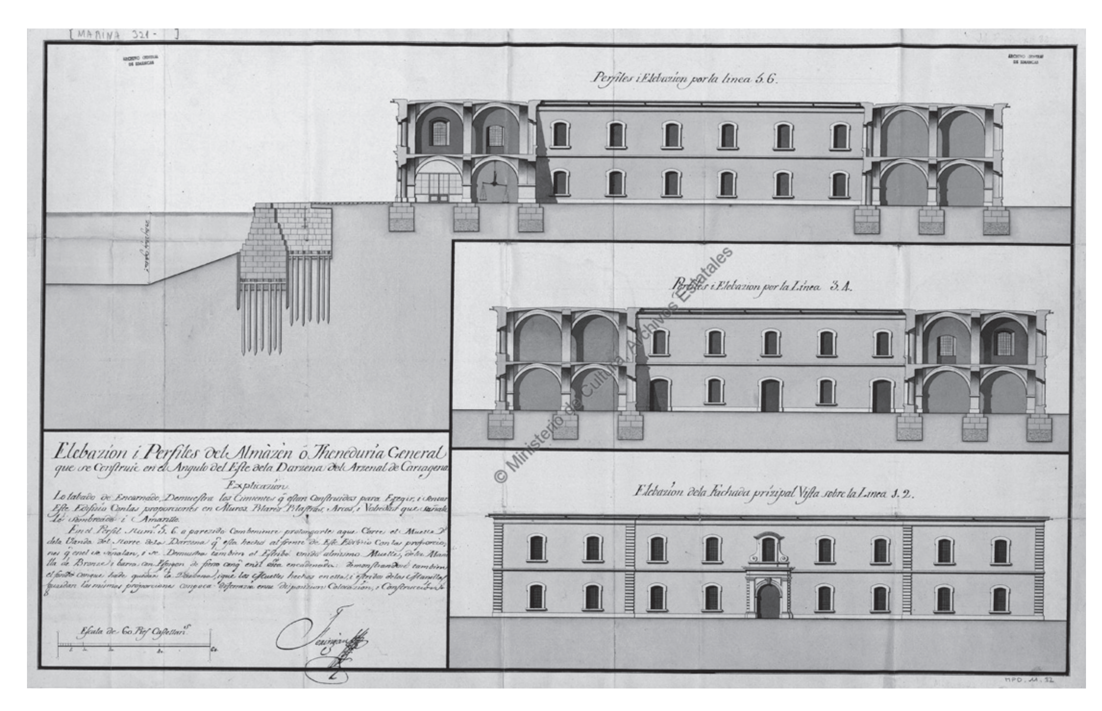


Figura 9
Alzado y secciones del Almacén General del Arsenal de Cartagena (Peñalver 2012, 2: 480)

Sobre estos contrafuertes, el ingeniero no suministra ninguna información específica. En las pocas secciones transversales del muelle donde aparece se aprecia que el sistema constructivo empleado para su materialización es el mismo que para el resto del muro (figura 9). Así lo refleja el propio ingeniero en la misma leyenda de este plano de la que se procede a la siguiente transcripción:

> … En el Perfil num 5.6. a parecido conveniente prolongarle aque corte el Muelle dela Vanda del Norte de la Darzena que esta hecho al frente de este Edifizio …, i se demuestra también el Estribo unido al mismo Muelle, de la Manilla de Bronza i barra con Espigon de fierro con que en el esta encadenada: …, i que los Muelles hechos en ella i estribos de las Manillas guardan las mismas proporciones con poca diferencia en su disposizion, colocazion i construcción…

Conclusiones

El concienzudo examen de la cuantiosa documentación manuscrita y cartográfica referente a la construcción del muelle del Real Arsenal de Cartagena a lo largo del siglo XVIII, así como su interpretación técnica basada en el conocimiento constructivo de los investigadores que suscriben esta investigación, ha posibilitado conocer, comprender, interpretar y completar todos los aspectos referentes a la construcción de esta singular obra sin precedentes en el momento de su creación. La investigación ha permitido reconstruir un largo proceso de diseño y construcción que se dilata a lo largo de más de cincuenta años.

De lo expuesto a lo largo de estas líneas se evidencia la pericia constructiva del ingeniero director de las obras que es capaz de adaptar el conocimiento constructivo imperante a las circustancias específicas de las obras (elección de materiales, maquinarias auxiliares, nuevos sistemas de puesta en obra,…). Estas obras serán empleadas como ejemplo para la formación de otros ingenieros militares y las soluciones en ellas adoptadas serán referente para otras obras portuarias en el Mediterráneo.

Notas

1. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informar sobre el estado de las obras, 26/05/1750.
2. *Idem.*
3. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 06/01/1750.
4. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informar sobre el estado de las obras y solicitando mayor número de ingenieros a sus órdenes, 27/01/1750.
5. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 11/10/1758.
6. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando que ha enviado al ingeniero Matheo Vodopich a Alicante a reconocer diversas edificaciones, 14/12/1751.
7. A.G.S., Marina, leg. 321. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre la piedra a emplear en las obras y sobre el reconocimiento realizado en Alicante por Vodopich, 28/12/1751.
8. *Idem*.
9. *Idem*.
10. A.M.N.M., Colecc. V. Ponce, Vol. 1, t. XXXIV, Sign. 0066 / Ms0065 / 1ª / Doc. 384 / fol.431. Carta del marqués de la Ensenada a D. Francisco Barrero comunicando la orden dada al Administrador de Rentas de Alicante para que exima a D. Juan Esteban de Astrearena del pago de los derechos por las embarcaciones que cargadas de piedra de sillería saca de Alicante con destino a las obras del puerto de Cartagena, 02/06/1752.
11. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 17/11/1751.
12. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 06/10/1750.
13. A.G.S. Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 10/08/1751.
14. A.G.S. Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre el estado de las obras, 24/08/1751.
15. A.G.S., Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán al marqués de la Ensenada informando sobre su opinión si los veneros que aparecen bajo los cimientos pueden perjudicar a la solidez de los muelles y describe la construcción de éstos, 27/07/1751.
16. A.G.S., Marina, leg. 377. *Relazion de los Mattheriales que se han de prevenir para la construcción del Muelle con que se hade revestir la Darzena del Proyectto General de este Puertto en 720 tuessas de largo, haciendo la obra en seco, agotando las aguas a mano con bombas y otras maquinas, sin incluir en este computo lo que corresponde al Muelle ymediato al actual fondo frente la Hermita de las Galeras y al frente dela fortificazion de la defensa del Puerto que se fundara a caxones, o en la forma que las aguas lo permitan, en llegando casso dela practica deesta construcción.* S. Feringán Cortés, 22/08/1749.
17. A.G.S. Marina, leg. 376. Carta de D. Sebastián Feringán Cortés a D. José Patiño informando del estado de las obras, 15/04/1733.
18. *Idem.*
19. También llamado aparejo gótico.
20. A.G.S., Marina, leg. 321. Carta de D. Sebastián Feringán Cortés al marqués de la Ensenada enviando el proyecto para los «argollones» del puerto, 06/02/1752.
21. *Idem.*
22. A.G.S., Marina, leg. 321. Orden a D. Alonso para que comunique a Feringán la aprobación Real del segundo modelo de manillas de amarre, 28/02/1752.

Lista de Referencias

Briguz y Bru, A. G. [1738] 1992. *Escuela de arquitectura civil, en que se contiene los ordenes de arquitectura, la distribución de los Planos de Templo y Casas, y el conocimiento de los materiales*. Valencia: Oficina de Joseph de Orga. Facs. ed. Zaragoza: Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón.

Peñalver Martínez, M. J. 2012. *Génesis y materialización de la dársena del puerto de Cartagena a lo largo del siglo XVIII. Una propuesta metodológica para el análisis arquitectónico del patrimonio construido*. Tesis Doctoral, UPCT, Cartagena.

Arquitectura tradicional rural de madera: casas de hacienda cacaotera del área de Vinces, Ecuador (1880 – 1920)

Claudia Peralta González

Este estudio es una aproximación al conocimiento de la arquitectura tradicional en madera de la costa ecuatoriana, específicamente de las casas de hacienda cacaotera que se construyeron entre fines del siglo XIX y principios del XX, época del auge de este producto, en el área de Vinces.[1] En esta zona aún existen ejemplos en pie que han soportado el paso del tiempo y la indiferencia oficial que ha habido hacia este tipo de arquitectura cuyo aporte sigue sin reconocerse plenamente cuando se habla del patrimonio arquitectónico construido de nuestro país. A través de la revisión de sus características arquitectónicas - constructivas más relevantes, se establecerán las tipologías arquitectónica, espacial y constructiva.

El objetivo general es establecer una caracterización tipológica arquitectónica constructiva de las casas de hacienda cacaotera de madera construidas en el área de influencia del área de Vinces, Ecuador.

Los objetivos específicos son analizar las características formales, funcionales, estructurales, constructivas de las casas de hacienda de madera construidas en el área y época de estudio.

Identificar el comportamiento bioclimático y la sustentabilidad de la arquitectura de las casas de hacienda de madera en el área de estudio mediante el análisis de la tipología arquitectónica.

Explicar el proceso constructivo de las casas de hacienda y el rol de los carpinteros de ribera (navales) y los distintos artesanos en cada una de las etapas.

Antecedentes

Las investigaciones sobre la historia de la arquitectura que se han realizado en Ecuador apuntan, la gran mayoría de las veces, a construcciones de la etapa colonial y republicana del siglo XIX, ubicadas en la sierra ecuatoriana y concentradas específicamente en Quito y Cuenca, cuyas edificaciones poseen particularidades distintas a aquellas construidas en la costa.[2]

Los ejemplos existentes de la arquitectura costeña ecuatoriana son escasos, por la vulnerabilidad y perecedero de los materiales que se utilizaron en la construcción en la región hasta principios del siglo XX, cuando generalmente primaron la madera y la caña guadua como materiales que por sus características han complicado el mantenimiento de este tipo de edificaciones, ya que son sensibles a la humedad, ataque de xilófagos[3] y son altamente combustibles, por lo que los objetos arquitectónicos que aún sobreviven, están en peligro de desaparecer. Otro de los problemas que han incidido en la desaparición de este tipo de arquitectura son: la falta de mantenimiento, el escaso interés de sus dueños en preservarlos, el poco controlado proceso de renovación urbana, la falta de políticas de protección, tanto municipales y gubernamentales y los recursos limitados del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) para la conservación y restauración de estos inmuebles, entre otros.

En el año 2012, el INPC realizó el inventario arquitectónico del Ecuador y las edificaciones antiguas de



Figura 1
Hacienda Ventanilla perteneciente a la Familia Puga (derrocada) (El Diario de avisos de Guayaquil 1894)

la arquitectura vernácula en madera de la costa ecuatoriana rural y urbana entraron a formar parte del bien patrimonial del país y a ser objeto de estudio, sin embargo éste no llegó a profundizar sobre sus características constructivas, espaciales, funcionales y formales por lo que quedó en lo meramente descriptivo.

La denominación «arquitectura vernácula» fue usada por primera vez en 1960, cuando Bernard Rudofsky publicó *Arquitectura sin arquitectos* a raíz de la exposición del mismo nombre, realizada en Nueva York. Años después, Amos Rapoport (1979) hizo un estudio más profundo y metódico sobre el tema y planteaba la hipótesis de que la forma de la vivienda es definida no solo por el clima sino por los aspectos culturales de los habitantes.

Con este criterio, poco a poco los estudios sobre arquitectura culta empezaron a darle cabida al tema de la arquitectura vernácula, ya que se considera que es «…la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo» (CIAV 1999).

Sobre este particular, Ramón Gutiérrez (1983) afirma que la importancia de la revaloración del patrimonio no solamente tiene como finalidad un retorno al pasado y el recuperar expresiones emergentes sino «…rescatar la *memoria histórica* de la comunidad y recuperar valores de relación social y cultural que son esenciales para la personalización de nuestro pueblo».

En 1982, se hizo un primer acercamiento a la arquitectura tradicional de la costa ecuatoriana (figura 2), con un estudio que se enfocaba principalmente en la arquitectura rural de los campesinos de esta región

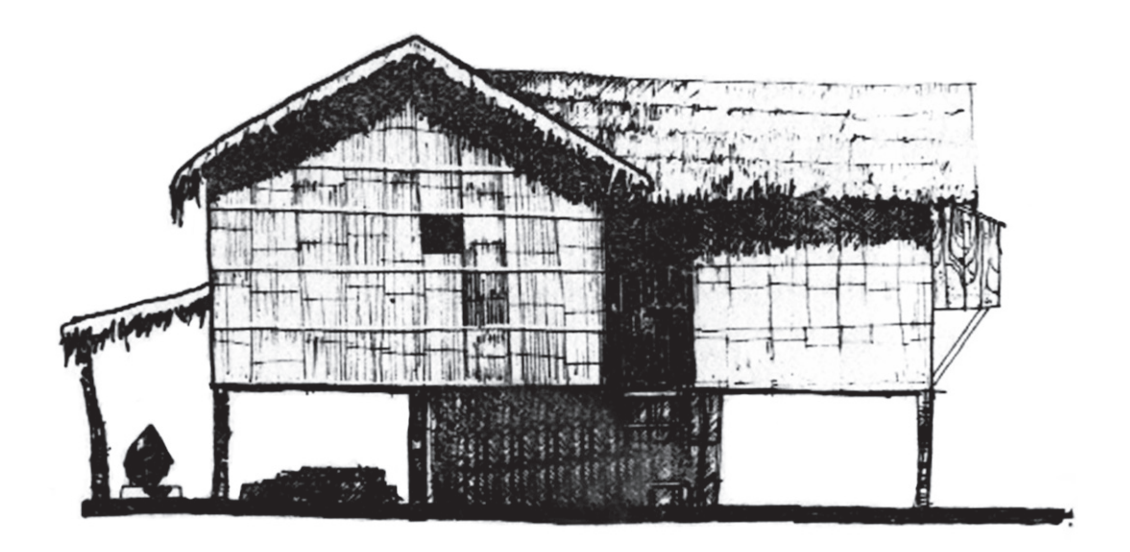


Figura 2
Casa de caña en Santa Elena (Nurnberg, Estrada Ycaza y Holm 1982)

(Nurnberg, Estrada Ycaza y Holm 1982), pero esta publicación ignoró a las casas de hacienda ubicadas en el área de la cuenca baja del Río Guayas que son un importante legado de la arquitectura vernácula en madera de finales del siglo XIX y principios del XX, cuyo sistema constructivo y los detalles arquitectónicos dan cuenta de los trabajos realizados por los carpinteros de ribera y los carpinteros de lo blanco respectivamente.[4]

Adicionalmente, se debe señalar que las maderas utilizadas en estas edificaciones eran nativas de los bosques del área y escogidas por su calidad y dureza que dependía de cada uno de los detalles y elementos que se iban a realizar en la edificación ya que existía una madera específica para aquello. En el año 1999, el ICOMOS redactó un documento con los principios para la protección de las estructuras históricas en madera en donde resaltan la importancia de las «estructuras en madera de todas las épocas como parte del patrimonio cultural mundial» y además reconocen «…la vulnerabilidad de las estructuras construidas total o parcialmente en madera» y «…la creciente escasez de las estructuras históricas en madera como consecuencia de su vulnerabilidad, de su caída en desuso y de la desaparición de los oficios artesanos relacionados con las técnicas de diseño y construcción tradicionales» (ICOMOS 1999).

Ante los criterios expuestos, se establece que el estudio de las casas de hacienda del área de Vinces, es pertinente y urgente a ser realizado para que forme parte de la historia de la arquitectura de Ecuador.

El auge cacaotero

El área de Vinces es una zona donde se producía el cacao en abundancia y cuya calidad fue reconocida en el mercado internacional desde mediados del siglo XIX, que daría pie para que los últimos años de ese siglo se esté hablando ya del boom cacaotero y se conozca mundialmente al Ecuador como el rey de la producción del cacao (Chiriboga 1988). Este hecho propició un giro de 180 grados en la costa ecuatoriana con transformaciones que van a poner a esta región en una situación nunca antes experimentada. Los cambios más profundos fueron el incremento de la población y el bienestar económico de los hacendados dueños de grandes latifundios, quienes al poder viajar al extranjero, principalmente a Europa, modificaron sus costumbres y formas de vida que se evidencian en la arquitectura y urbanismo del país y alcanzan a modificar las casas principales de hacienda, que se convirtieron en verdaderos palacetes donde el «Gran Cacao»[5] realizaba su trabajo y disfrutaba de comodidades y lujo al igual que en las grandes mansiones urbanas (Chiriboga 1988).

Estas casas hacienda seguían un patrón muy similar en cuanto a sus características arquitectónicas, constructivas y espaciales, por lo que se puede hablar de una tipología arquitectónica particular, reflejo de esta región y época (García Plúas 2005).

Características generales de la Casa de Hacienda

La edificación se configura como un prisma rectangular de dos plantas rematado con una cubierta de varias pendientes inclinadas (figura 3). Es importante

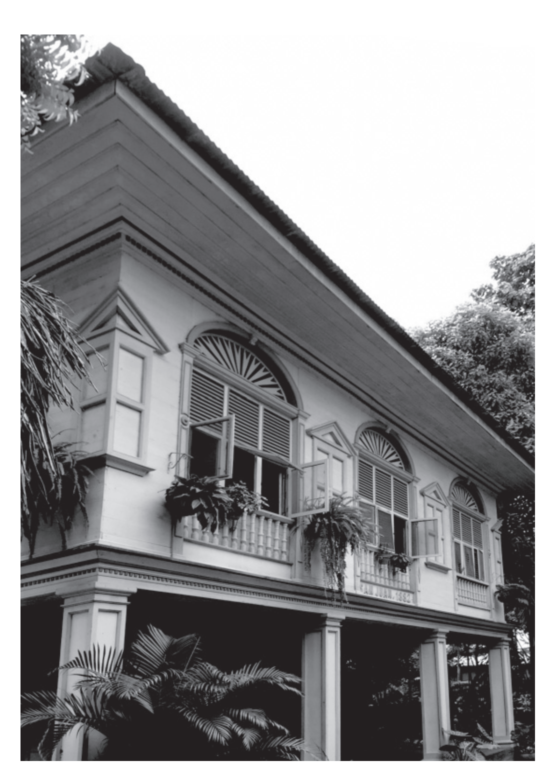


Figura 3
Antigua casa de hacienda de San Juan, reconstruida en el Parque histórico Guayaquil (Florencio Compte)

resaltar que las edificaciones replicaban la tipología de las viviendas coloniales impuesta por los españoles en donde se produjo un sincretismo entre la distribución espacial, que cubría las necesidades y modo de vida de los conquistadores; y el sistema constructivo nativo, que hacía uso de la madera y caña guadua (Lee, Compte y Peralta 1989).

Estos materiales eran los ideales para la construcción en los terrenos de la zona baja de la cuenca del Guayas que tienen poca capacidad portante y son propensos a inundaciones, además de ser un área de humedad extrema, altas temperaturas y elevada intensidad sísmica, por lo que la construcción de madera y caña resultó idónea.

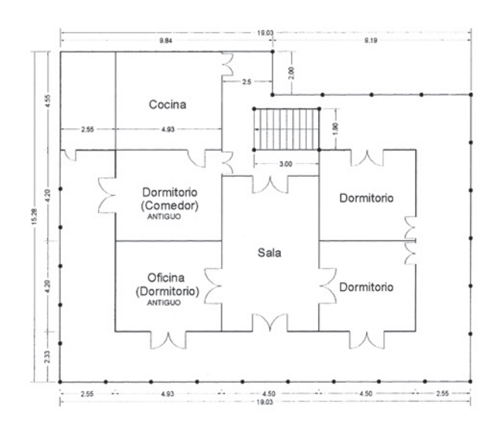
Aspecto funcional

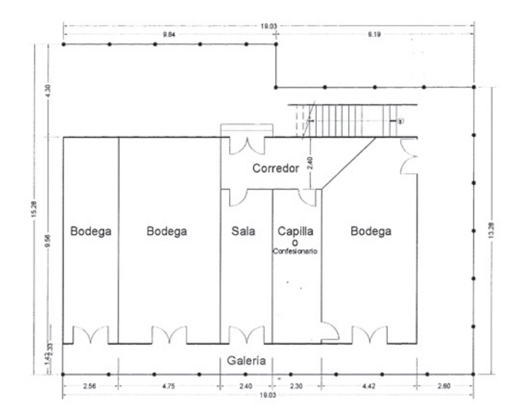
La vivienda está ubicada en un gran terreno y aislada de construcciones vecinas, sus espacios interiores tienen una relación directa con el exterior a través de ventanas y galerías y se prescindió del patio interior que era omnipresente en la vivienda urbana.

Se desarrolla en dos plantas bien diferenciadas: en la planta baja se realizaban funciones administrativo - comerciales y se ubicaban las oficinas para la venta y ensacado del cacao, así como las bodegas donde se almacenaban los excedentes de este producto agrícola. Casi siempre estos ambientes tenían ingreso directo desde el exterior, muy sencillos, con la ventilación y la iluminación proporcionadas por las grandes puertas, ventanas altas o vanos con rejas (Peralta González 2011).

En algunas de las casas, en la planta baja, además, se construyó un corral donde tenían una pequeña cantidad de aves para consumo de los dueños de la hacienda. En haciendas de mayor tamaño, se ha dado el caso de la existencia de una pequeña capilla para la celebración de la misa y fiestas litúrgicas sin necesidad de ir a la población más cercana. La planta baja se caracterizaba porque su fachada principal estaba protegida por una galería que de alguna manera la protegía de la incidencia directa de los rayos de sol.

A la planta alta, que era donde se desarrollaban las actividades familiares se llegaba por una escalera que partía del nivel inferior. En este piso se ubicaban el salón y los dormitorios que procuraban siempre tener la mejor vista hacia el río, dispuestos, generalmente, hacia la fachada principal que, a su vez, tenía una galería frontal que creaba un espacio de transición entre el exterior y el interior (figura 4). El salón principal se situaba, en la mayoría de los casos, en el centro de la vivienda y se relacionaba con los otros espacios a través de puertas. Muy próximos al salón principal





Planta Alta
Sto.Tomás

Planta Baja
Sto.Tomás

Figura 4
Planta arquitectónica de la casa de hacienda San Juan.

estaban el comedor y la cocina. El primero de gran tamaño con acceso a las vistas exteriores y por otro lado la cocina que era amplia e iluminada.

Aspecto formal

La casa de hacienda al ser aislada de construcciones, cuenta con cuatro fachadas. La más importante estaba siempre orientada hacia el río, que, a fines del siglo XIX, era la principal vía de transportación utilizada, lo que permitía que aquellos que llegaban por este medio tengan a ésta como la primera imagen que veían de la hacienda. Es notorio el esmero en el diseño y el trabajo de ornamentación de esta fachada con respecto a las otras tres que eran muy sencillas y con poca o ninguna decoración.

Los trabajos de ornamentación más usuales eran las cornisas, balaustres, molduras, calados, pilastras que servían para marcar ritmos y módulos de la unidad arquitectónica tanto en sentido horizontal como vertical (figura 5). Estos además eran resaltados con colores contrastantes con respecto al resto de la fachada que hacía más evidente lo antes señalado.

La preocupación por la calidad formal era incuestionable también en los ambientes interiores considerados como los espacios sociales, es decir los salones, el comedor, las galerías y los accesos, ya que los dueños de estas viviendas querían presumir ante las visitas. Era característico ver artísticas pinturas en las paredes y cielos rasos con diversos motivos como flores, paisajes e incluso con temas relacionados con la actividades de la familia dueña de casa y en ciertos casos con las iniciales de los apellidos de la familia insertadas en los diseños realizados. Todo este alarde ornamental, prácticamente desaparecía en las fachadas laterales que, además, tenían pocos vanos, lo que provocaba un contraste notorio pero no por eso se rompía la unidad de la edificación.

El edificio era rematado por interesantes juegos de cubiertas de dos o cuatro pendientes, casi siempre, de tejas de arcilla roja o zinc y grandes aleros. En algunas haciendas estas cubiertas eran interrumpidas por una torre con campana que servía para llamar a los obreros e indicar horarios de trabajo.

Aspecto bioclimático

La zona donde se construyeron estas casas de hacienda posee un clima tropical cuya temperatura anual oscila entre los 25 y 35 grados Celsius y el promedio de humedad supera al 80%. Estas construcciones hicieron uso de elementos arquitectónicos que ayudan a la ventilación interna de la vivienda como por ejemplo: aleros, grandes ventanales, galerías y soportales.

Las fachadas con grandes ventanales permitían la iluminación natural y la ventilación cruzada de los ambientes haciéndolos muy frescos y agradables, incluso en la época de más calor. Para cerrar esos ventanales se utilizaban las tradicionales chazas o celosías, que dejaban pasar el aire a la edificación aun



Figura 5
Casa de Hacienda San Vicente. Parroquia Antonio Sotomayor, Ecuador (Claudia Peralta)



Figura 6
Galerías en casa de hacienda de Isla de Bejucal, Ecuador (Claudia Peralta)

estando cerradas y en algunos casos los paneles eran calados con diseños que, además de ser muy vistosos, permitían la ventilación.

Las galerías (figura 6) hacían las veces de colchón térmico, ya que evitaban que el impacto directo de los rayos del sol en las paredes de la fachada las caliente y genere calor dentro de la casa. Junto con los aleros y en ciertos casos grandes toldas (figura 7), se conseguía bajar la temperatura interior en algunos grados. Este microclima también ayudaba a que la humedad no se concentre y que la madera no se vea afectada y evitaba que sea propensa al ataque de las termitas, el comején, xilófagos, etc.

Otro factor en el diseño que contribuye a la ventilación natural de la vivienda es la altura entre el cielo raso y piso que era un promedio de 4,50 m o más, que junto con el tratamiento de las paredes interiores que no llegaban a tener la altura total del entrepiso o tenían vanos en la parte superior, permitían que la circulación de aire recorra sin interrupción la edificación. También, con el *altillo,* espacio ubicado entre el cielo raso y la cubierta que ocasionalmente se lo usaba como un espacio de bodegaje informal, hacia la fachada tenía vanos con rejas que dejaban circular el aire evitando que el calentamiento de la cubierta, generalmente de zinc y teja, se concentre en éste y haga que la casa sea calurosa.



Figura 7
Foto interior de la galería de la casa de hacienda La Cuba, Vinces, Ecuador (Claudia Peralta)

Por último, otra característica de estas edificaciones es que el piso de la planta baja no reposaba directamente sobre el terreno, sino que se la elevaba y separaba dejando, por lo menos, un vacío de unos 0,60 a 0,80 m a manera de cámara de aire para que la ventilación sea posible en esta parte de la construcción (figura 8) y que la humedad propia del suelo con un nivel freático muy superficial no afecte a la madera. Hay que tener presente, además, que esta área de estudio comprende tierras bajas cercanas a los afluentes del Río Guayas cuyo caudal en la época de lluvias, aumenta considerablemente inundando los terrenos aledaños por lo que elevar a las edificaciones evitaba que el agua invada y cause daños en el interior.

Aspecto constructivo

En crónicas coloniales se hace referencia de los bosques maderables que caracterizaron a la costa ecuatoriana desde épocas muy antiguas. Las maderas de la antigua provincia de Guayaquil[6] eran muy variadas



Figura 8
Detalle de piso elevado de la casa de hacienda Santa Bárbara, Recinto La Reforma (Claudia Peralta)

en cuanto a dureza, textura, peso, etc., lo que permitieron que la ciudad de Guayaquil, durante la colonia española se convierta en uno de los más importantes astilleros por la calidad de las embarcaciones que se construían (Laviana Cuetos 1984).

La destreza de estos carpinteros navales o de ribera fue ampliamente comentada por los cronistas de la colonia y de la época republicana, resaltando, más que nada, la facilidad que tenían para realizar una embarcación o una edificación, empleando elementos de construcción naval lo que dio paso a lo que se conoce como la tipología constructiva de la arquitectura de madera. Esta *mutación* es evidente incluso en los nombres que se dan a ciertas partes o ensambles de la edificación que son tomados del lenguaje naval, es así que en descripciones de la construcción costeña, se habla de los estantes (columnas), varengas (vigas), crucetas (tirantes), llaves (ensambles), entre otros (Laviana Cuetos 2002).

Estas haciendas tenían un esqueleto estructural integrado por distintos elementos que tenían una función específica de soporte (vertical u horizontal) y que se relacionan entre ellos por medio de los ensambles o llaves (figura 9). Por la alta calidad de la madera obtenida de los bosques ancestrales de la zona, se han encontrado piezas estructurales que eran logradas de un solo tronco, por ejemplo, vigas que cubren una luz de hasta seis metros y con una sección de 0,20 a 0,30 m.

En los casos en que la distancia no podía ser cubierta con un solo madero, se hacía uso de los ensambles que permitían dar continuidad estructural. Los más usados eran el rayo de júpiter, cola de milano, caja y espiga, etc. (Nurnberg, Estrada Ycaza y Holm 1982). En las edificaciones de las familias adineradas y con mayores recursos, generalmente la estructura y los ensambles eran cubiertos con forros de madera y no eran visibles, de esta manera se cuidaba el aspecto formal, estético y el acabado.



Figura 9
Casa de hacienda Santo Tomás (derrocada) (Claudia Peralta)

Además de los elementos estructurales, es común encontrar otros que ayudan en asegurar la edificación y darle estabilidad. Generalmente, estos elementos eran colocados en diagonal con respecto a la estructura, creando un triángulo que daba la rigidez necesaria para el soporte de la edificación.

Es importante señalar que el conocimiento del manejo de los maderos viene desde el mismo momento del corte del árbol, siendo fundamental hacerlo en época de luna nueva, para así asegurar que el exceso de savia circulando no aumente la posibilidad de daño. Luego, dependiendo de cada una de las especies madereras, se permitía que seque de manera natural, para proceder a hacer el corte del elemento específico para la construcción (Zambrano Brandon s/f).

Las especies más utilizadas en la construcción de los elementos estructurales de cimentación eran el mangle *(Ryzophora mangle)*, guayacán *(Tabebuia chrysantha)* y el guachapelí *(Pseudosamanea guachapele)*, que eran muy apreciados por dureza y alta capacidad de soportar la humedad sin sufrir daños como ya se había demostrado en la construcción de la estructura de los navíos que se fabricaban en los astilleros guayaquileños; el cedro *(Cedrela odorata)* era utilizado para las paredes, y para los pisos, puertas, ventanas, detalles ornamentales y cielos rasos se utilizaban el roble y el laurel *(Cordiaalliodora)* (Alsedo y Herrera 1986).

Para unir piezas verticales entre sí, piezas horizontales entre sí, piezas verticales y horizontales entre sí, piezas horizontales y verticales mediante elementos diagonales, etc., se usaron ensambles que permitían la continuidad estructural. Los más usuales son:

Rayo de Júpiter: Usado para unir el calce (horcones de cimentación) con el pilar que es parte fundamental de la estructura de vivienda. Para asegurar y dar firmeza al ensamble, se utilizan cuñas de madera o un gran clavo de hierro, que al penetrar entre las dos piezas de madera ensambladas, permite un mayor ajuste entre las piezas.

Media madera: Ensamble muy sencillo que consiste en tallar el extremo de cada pieza hasta la mitad y apoyarlo en otro. Usado para las uniones de las tiras y cuerdas que son las que soportan la estructura de la cubierta y de los pisos. También es usado en unión de vigas.

Cola de milano: Usado muchas veces para dar continuidad entre las vigas por ser un ensamble de cierre muy fuerte

Machihembrado: También conocido como caja y espiga. Se usa mucho para la unión de los tablones de pisos y paredes. Queda oculto y todo se ve como una sola pieza continua.

Caja y espiga: Consiste en que el extremo de una pieza encaje en un agujero realizado en la otra. Generalmente las tiras que soportan los tablones de las paredes usaban este ensamble (figura 10)

Generalmente los ensambles eran cubiertos con forros de paneles madera y no eran visibles, de esta manera se cuidaba el aspecto formal. Hoy en día, en algunas de las casas, ese forro se ha perdido y es posible observar todos los ensambles antes mencionados (figura 11).



Figura 10
Detalle estructura pared de casa de hacienda Santo Tomás (derrocada)



Figura 11
Parte de la estructura de la casa de hacienda San Esteban. Vinces, Ecuador (Claudia Peralta)

Otros materiales

En las casas de hacienda más antiguas, además de la madera, otro material que se usó como elemento estructural y para la construcción de las paredes interiores y exteriores, fue la caña guadua (*Guadua an-*



Figura 12
Detalle de la fachada de la casa de hacienda San Esteban, Vinces, Ecuador (Claudia Peralta)

gustifolia) que se colocaba cortada en forma de «latilla» que consiste en abrir la caña y cortarla en tiras muy delgadas e irlas fijando con clavos sobre las tiras o cuerdas a manera de un panel (figura 12).

El zinc también fue empleado para la construcción de paredes exteriores (figura 13) y era un material que a finales del siglo XIX, empieza a tener alta popularidad en las construcciones, porque por su naturaleza retardaba en algo la propagación de los incendios. Los artesanos lograron darle las más variadas formas y se pintaba de vivos colores.

Conclusiones

Las casas de hacienda fueron construidas en base a las demandas, actividades y el número de personas que conformaba la familia del propietario, quien encargaba la construcción de su vivienda a carpinteros oriundos del sector. Por otro lado, se observaron tendencias en estas, como la distribución interior de las viviendas, ubicación con respecto al terreno y al río, los usos de la planta baja y alta, formas de construcción y materiales empleados.

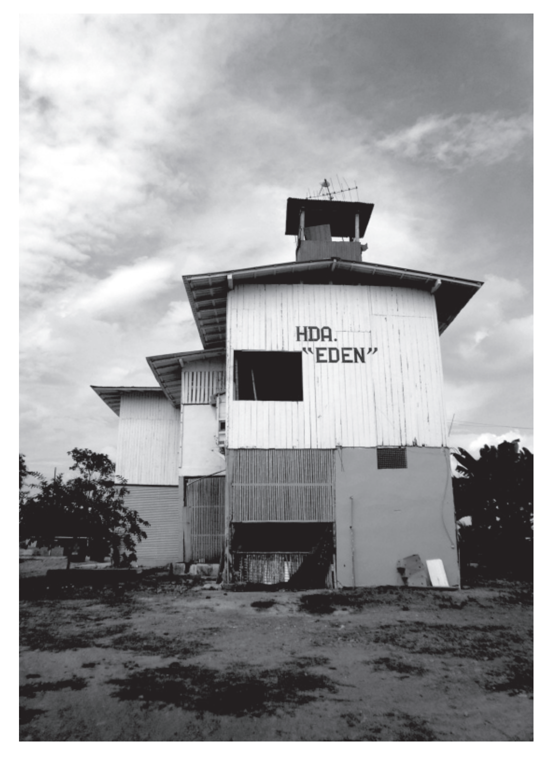


Figura 13
Fachada posterior de la casa de hacienda Edén donde se puede observar los distintos materiales empleados en las paredes (Claudia Peralta)

Las galerías sirvieron como elemento de ventilación e iluminación natural, como también fueron usadas como área social y circulación en la planta alta. En la planta baja fue el elemento que paliaba las inclemencias del clima y espacio de transición entre el exterior e interior.

Como se puede observar, todas las viviendas son hechas de madera obtenida de su entorno, incluso en algunos casos las troncos de árboles carecen de tratamiento y se los usó como soporte vertical en su forma natural. En todo caso, la madera es también un aporte al confort interior, permitiendo al conjunto construido el paso del aire a través de la porosidad de su material.

No existen mayores evidencias de la arquitectura colonial de la región costa ya que al ser la madera el material principal de construcción y por ser altamente perecedera, las edificaciones sufrían percances causados por los incendios, ataques de hongos, xilófagos, o por la humedad, que causaba la destrucción del inmueble. En los pocos gráficos o descripciones de la época realizados por los viajeros, se tiene el conocimiento de sus características funcionales, constructivas y sencillez en cuanto a ornamentación.

Es recién en el Siglo XIX, debido al auge cacaotero y el alto intercambio comercial, que los viajes al exterior aumentaron y dio la oportunidad a los ecuatorianos de presenciar los cambios arquitectónicos y urbanos que se estaban dando tanto en ciudades europeas como en las norteamericanas. Coincidentemente, el Ecuador empezó a recibir la llegada de extranjeros que vinieron a radicarse en el país lo que, entre otras cosas, permitió que se abran las fronteras culturales en todo ámbito y la influencia externa se deje ver en los aspectos y detalles que se introducen en la construcción de edificaciones que se constituyen en un lenguaje arquitectónico cuyas características sean parte de una identidad que paulatinamente dio paso a lo que hoy se conoce como arquitectura tradicional de la costa ecuatoriana.

Finalmente, hay que resaltar la mano de obra artesanal especializada en donde se pueden señalar a latoneros, pintores muralistas, herreros y sobre todo a

los maestros carpinteros de ribera y de lo blanco, quienes sin tener un estudio formal en arquitectura, se aproximan con una respuesta arquitectónica que tiene en cuenta los aspectos constructivos, decorativos y bioclimáticos que hicieron de este tipo de edificación funcione de manera apropiada en esta zona y cuya calidad y destrezas arquitectónicas, hoy sean parte de la historia de la arquitectura de nuestro país que recién empieza a estudiarlas y darles un merecido reconocimiento.

Notas

1. El área de Vinces se encuentra en el interior de la región costa del Ecuador y se caracteriza por ser parte de la cuenca hidrográfica del Río Guayas, una de las más importantes de la región, lo que permitió a finales del siglo XIX la transportación durante todo el año, en una época en que habían pocas carreteras transitables en el país. Esto aspecto repercutió en la economía de la zona.
2. En el caso de Guayaquil, principal puerto y la ciudad más poblada del Ecuador los estudios de la arquitectura son a partir de aquella construida desde finales del Siglo XIX en adelante, ya que no existen ejemplos en pie de la arquitectura de la colonia.
3. Xilófagos: adj. /s. m. Se aplica al insecto que se alimenta de madera: los termes son xilófagos (Farlex 2007).
4. Se denomina carpinteros de ribera a aquellos que se encargaban de la construcción de embarcaciones de todo tipo que luego también se dedicaron a la construcción de la estructura de las edificaciones, mientras que aquellos denominados «carpintero de lo blanco» participaron en elaborar los detalles de acabado de éstas.
5. Así se denominaban popularmente a los hacendados de cacao más poderosos.
6. En la colonia se denominó como la antigua provincia de Guayaquil al territorio que abarca en la actualidad a la región costa con excepción de lo que se conoce como la provincia de Esmeraldas que limita al norte con Colombia.

Lista de referencias

Alsedo y Herrera, Dionisio. 1986. *Compendio Histórico de la Provincia de Guayaquil. 1741.* Guayaquil: Biblioteca Ecuatoriana.

Chiriboga, Manuel. 1988. «Auge y crisis de una economía agroexportadora: el periodo cacaotero.» En *Nueva Historia del Ecuador. Volumen 9*, de Enrique Ayala Mora, 55 - 115. Quito: Corporación Editora Nacional. Editorial Grijalbo Ecuatoriana.

CIAV. 1999. «ICOMOS. International council on monuments and sites.» Octubre de 1999. http://www.international.icomos.org/charters/vernacular_sp.pdf (último acceso: 22 de mayo de 2015).

Crawford de Roberts, Lois. 1980. *El Ecuador en la época cacaotera: Respuestas locales al auge y colapso en el ciclo monoexportador.* Quito: Editorial Universitaria. Universidad Central del Ecuador.

El Diario de avisos de Guayaquil, Ecuador. 1894. *El Ecuador en Chicago.* Nueva York: Imprenta A.E. Chasmar.

Estrada Lozano, Teresa de Jesús. 2011. *Arquitectura Vernácula. Un acercamiento bibliográfico.* Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Farlex. *The free dictionary.* 2007. http://es.thefreedictionary.com/xil%C3%B3fago.

García Plúas, Charles. 2005. *Compendio Histórico del Cantón Vinces.* Guayaquil: Imprenta La Luz.

Guerrero, Andrés. 1980. *Los oligarcas del cacao.* Quito: El Conejo.

Gutiérrez, Ramón. 1992. *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica.* Madrid: Ediciones Cátedra S.A.

Gutiérrez, Ramón. 1983. «Pontificia Universidad Javeriana. Catálogo de publicaciones en línea.» Agosto de 1983. revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/9149 (último acceso: 22 de Mayo de 2015).

Gutiérrez, Ramón, y Liliana Lolich. 2006. *Haciendas y estancias en América Latina.* Buenos Aires: CEDODAL: Centro de documentación de Arte y Arquitectura Latinoamericana.

Hassaurek, Friedrich. 1997. *Cuatro años entre los ecuatorianos.* Quito: Ediciones Abya - Yala.

ICOMOS. 1999. *Comité internacional de ICOMOS sobre la madera.* 24 de Octubre de 1999. http://www.international.icomos.org/charters/wood_sp.pdf (último acceso: 22 de Mayo de 2015).

ICOMOS, Comité internacional de. «Principios que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera.» s.f.

«ICOMOS. CIAV. International Comitee of Vernacular Architecture.» s.f. http://ciav.icomos.org/index.php/charters-and-texts/102-charter-on-built-vernacular-heritage.

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. s.f. http://www.inpc.gob.ec/.

Kennedy, Alexandra. «UASB Digital. Repositorio institucional del organismo académico de la Comunidad Andina, CAN.» s.f. http://hdl.handle.net/10644/323.

Laviana Cuetos, María Luisa. 2002. *Guayaquil en el siglo XVIII. Recursos naturales y desarrollo económico.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas.

Laviana Cuetos, María Luisa. 1984. «La maestranza del Astillero de Guayaquil en el siglo XVIII.» *Temas americanistas 4*: 26 -32.

Lee, Pablo, Florencio Compte, y Claudia Peralta. 1988. *La arquitectura de Guayaquil. Siglo XIX - 1950.* inédita

Lee, Pablo, Florencio Compte, y Claudia Peralta. 1989. *Patrimonio arquitectónico y urbano de Guayaquil.* Guayaquil: La chaza.

Nurnberg, David, Julio Estrada Ycaza, y Olaf Holm. 1982. *Arquitectura vernácula en el litoral.* Guayaquil: Archivo Histórico del Guayas.

Peralta González, Claudia. 2011. *Vinces. El legado de la pepa de oro.* Quito: IV Impresiones digitales.

Peralta, Claudia. 2015. «Arquitectura vernácula de la zona baja de la cuenca hidrográfica del Guayas: viviendas urbanas y rurales.» *Arquitecturas del Sur*: 42 -54.

Rapoport, Amos. 1979. «Middle East Technical University. Journal of the Faculty of Architecture.» 13 de Julio de 1979. http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/1979/cilt05/sayi_2/113-126.pdf (último acceso: 25 de Mayo de 2015).

Sánchez, F., J. J. De Julián, y A. Ordoñez. 2010. «Revista de la construcción.» agosto de 2010. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2010000100010.

Sites, ICOMOS. 2002. International Council on Monuments and. *Vernacular architecture.* München: Lipp GmbH, Graphische Betriebe.

Torres Villegas, Lucelly, y León Restrepo Mejía. 2003. «Arquitectura y poder en la zona del café de Colombia. 1880 - 1960.» *DANA 41/42. Documentos de Arquitectura Nacional y Americana*: 58 -66.

Zambrano Brandon, Stanley. «Sistemas y métodos de estructuras de madera para viviendas en la ciudad de Guayaquil.» Guayaquil, s/f.

Aprovechamiento del agua en una zona semiárida en el siglo XIX. El sistema de captación de aguas de Perín

Francisco Javier Pérez de la Cruz
Arturo Trapote Jaume

La ciudad de Cartagena a lo largo de toda su historia ha tenido que hacer frente a los problemas derivados de la falta de agua disponible en su territorio para satisfacer las necesidades de la población. Desde finales del siglo XIX diferentes compañías privadas buscaron en zonas próximas a la ciudad fuentes de agua que paliaran la escasez del recurso. De entre todas ellas destacó la «Carthagena Water & Mining Co. Ltd.» que realizó importantes trabajos de captación y conducción de agua desde diferentes ubicaciones en la zona occidental del Campo de Cartagena, siendo a comienzos del siglo XX la empresa más importante del sector.

De las diferentes captaciones que empleaba la compañía, es de destacar el denominado sistema de Perín. En esta población, ubicada a escasos kilómetros de la ciudad, se consiguió un aprovechamiento combinado de las aguas superficiales recogiendo, sobre todo, las torrenciales que circulaban por las ramblas y de las aguas subterráneas, mediante la construcción de una serie de galerías que, dotadas de sistemas de regulación, permitían el almacenamiento del agua en su interior.

Compañías de aguas en el siglo XIX

Dado que las administraciones públicas se ven incapaces de resolver el problema del abastecimiento de agua en la Cartagena del siglo XIX, será la iniciativa privada la que intente sacar provecho de la situación. A partir del último cuarto de dicho siglo se produce la aparición de compañías privadas que, atraídas por el resurgimiento económico de la zona por la minería, proponían resolver, de una vez por todas, el tema del agua para la ciudad. Sin embargo, dichas compañías pronto comprobaron lo vano del intento, lo elevado del coste y lo escaso del beneficio.

La fuente de información principal para el conocimiento de estas compañías es la Memoria relativa al abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Cartagena, redactada por Luís Mariano Vidal y Lucas Mallada en 1914. Las principales características de las mismas las incluimos en la siguiente tabla:

De todas estas compañías nos fijaremos, principalmente en dos: Aguas de los Cartageneros y la Compañía Inglesa.

Aguas de los Cartageneros

En Galifa, pedanía situada a 6 km de Cartagena, se iniciaron en 1883 los trabajos de alumbramiento de aguas, orientados por la existencia de algunos pequeños manantiales como el de La Muela, Los Higueros o el Pozo de la Torre, en la vertiente occidental de la sierra de la Muela y la del Morteral cercana a ella. Se consiguieron reunir unos 300 m^3 diarios, realizándose obras de canalización que desde un colector situado en el barranco de Munguía desde donde se conducían los aportes hasta un depósito situado en la loma de Odón a tan sólo 1 km al oeste de Canteras.

Compañía	Fecha	Captación	Final en...
Aguas del Aguilar	1879	Santa Lucía	Muelle de Rolandi
Aguas del Cabezo Ventura		Cabezo Ventura	Puertas de San José
Aguas de Santa Bárbara	1887 1897	Los Puertos	Puertas de Madrid
Aguas de los Cartageneros	1883-1890	Galifa	Canteras
Aguas del Molino Aguas de Minas y Cañadas	1801-1834	Barrio de la Atalaya	Barrio de S. Antón / Alameda de S. Antón
Agua Inglesa	1889-1945	Perín	Monte Sacro

Tabla 1
Datos de las principales compañías que abastecían de agua a la ciudad de Cartagena a finales del siglo XIX (Vidal y Mallada 1914)



Figura 1
Sede de la Compañía Inglesa de Aguas en Perín (foto del autor 2013)

En el año 1890 esta compañía es absorbida por la Compañía Inglesa que trabajaba desde Perín, constituyendo sus infraestructuras parte importante de la nueva compañía, sobre todo las captaciones realizadas en el paraje de Fuente Vieja. Su potabilidad resultó ser bastante peor que las demás e incluso se llegaron a localizar microorganismos patógenos

La Compañía Inglesa (The Carthagena Water Co. Ltd.)

Fundada en 1889, la sociedad «The Carthagena Water Works», domiciliada en Manchester y que posteriormente pasó a denominarse «The Carthagena Mining and Water Co. Ltd.», tuvo como objetivo abastecer a la ciudad desde la localidad de Perín, a unos 15 km al oeste de la ciudad. Su sede estaba localizada en un edificio modernista (figura 2) construido por los arquitectos Tomás Rico y Paula Oliver en el paraje conocido actualmente como Huerto del Inglés.

Los caudales suministrados por la compañía alcanzaban, por término medio, los 1.000 m^3 diarios, cantidad insuficiente para el abastecimiento de la población y con unas condiciones de potabilidad que, con el paso del tiempo, fueron empeorando.

Esta compañía fue la más importante en cuanto a actividad en estos años iniciales del siglo XX manteniéndose sus funciones hasta mediados de siglo, cuando el agua del Taibilla vino a resolver los problemas de agua de Cartagena. Su liquidación tuvo lugar en 1955.

Infraestructura de la Compañía Inglesa de Aguas

Para poder realizar el suministro de agua a la población, la Compañía Inglesa captaba aguas tanto superficiales como subterráneas que, posteriormente, transportaba (mediante galerías o canales en lámina libre y conducciones en presión) hasta un conjunto de depósitos donde se almacenaban para su posterior distribución. A lo largo de todo el sistema se disponían una serie de filtros con el objetivo de mejorar la calidad de las aguas.

La infraestructura final de la Compañía Inglesa, una vez absorbida la Compañía de Los Cartageneros, podía dividirse en tres zonas diferenciadas: Sistema de Fuente Vieja, Sistema Arjona y Sistema de Perín. Los sistemas de Fuente Vieja y Arjona, que presentaban una cierta interconexión, llevaban el agua hasta los depósitos intermedios ubicados en la localidad de Canteras, mientras que el sistema de Perín almacenaba y gestionaba el recurso desde la llamada Casa de las Aguas, situada entre las pedanías de Cuesta Blanca y La Corona.



Figura 2
Situación de las diferentes zonas de captación (elaboración propia 2015)

Cada sistema correspondía a una zona diferente de captación, lo cual dotaba a la compañía de una aparente versatilidad, ya que al contar con fuentes diferenciadas podía diversificar el origen del agua. Sin embargo, al estar las zonas muy próximas entre sí, participaban de un similar régimen hidrológico, lo que suponía un comportamiento homogéneo de las tres captaciones.

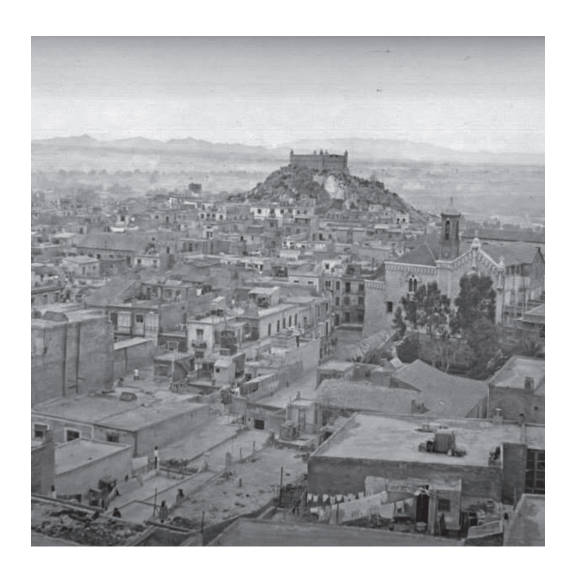


Figura 3
Vista del depósito ubicado en el Monte Sacro (Alberto Passaporte, 1927)

El almacenamiento final en la ciudad de Cartagena se realizaba en un depósito situado en la cima del Monte Sacro (conocido coloquialmente como Cantarranas) (figura 3), desde donde llegaba a los abonados por medio de tuberías de plomo.

Para la construcción de dicho depósito, la compañía necesito de un permiso otorgado por la Real Orden de 10 de junio de 1896 al encontrarse dicho monte en el interior del recinto defensivo de la ciudad, frente al baluarte nº 1 de la muralla de Carlos III.

Sistema de Perín

En el sistema de Perín, la captación se realizaba en dos zonas y, a su vez, de dos formas diferenciadas, aprovechando tanto aguas superficiales como subterráneas.

El sistema, como se puede apreciar en la figura 4, estaba diseñado de forma que el agua podía llegar a los depósitos por dos caminos diferenciados, ambos bordeando el Cabezo del Lobo, lo que dotaba al sistema de una gran flexibilidad de explotación

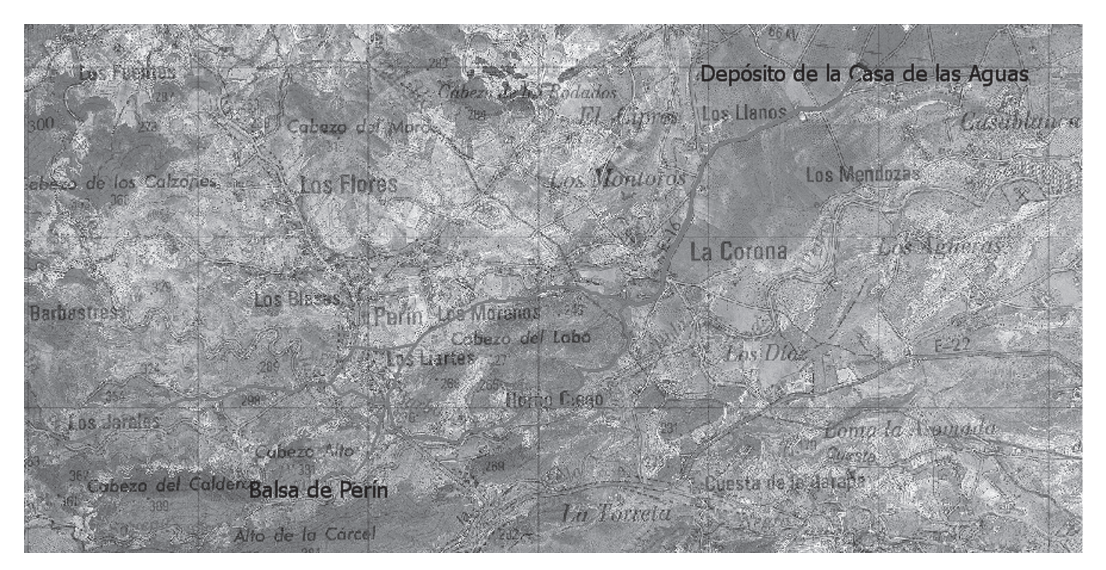


Figura 4
Sistema de Perín (elaboración propia del autor 2015)

En la zona ubicada más al sur, se captaban las aguas superficiales que discurrían por la Rambla del Hornico mediante un azud que permitía derivar los caudales circulantes mediante un canal hasta una balsa de aproximadamente 3.000 m^3 donde también se recogía la escorrentía superficial de las laderas circundantes.



Figura 5
Azud en la Rambla del Lobo (foto del autor 2015)

Desde esta balsa y mediante una conducción cerámica, los caudales almacenados se transportaban hacia Perín, donde podían dirigirse por cualquiera de los dos tramos hasta el depósito de la Casa de las Aguas. El aprovechamiento del recurso era tal que incluso los volúmenes de agua que no podían retenerse en la balsa eran evacuados mediante un aliviadero y se conducían mediante canal hasta la finca de almacenamiento.

Si la captación situada más al sur se centraba en los recursos superficiales, la captación ubicada al norte aprovechaba los recursos subterráneos mediante una serie de pozos y galerías que partían de la zona conocida como la Loma de los Coloraos. Estas galerías ejercían una función no sólo de transporte, sino incluso de almacenamiento dado que en determinadas zonas se cerraban con muros (denominados presas), disponiendo válvulas que permitían una regulación del recurso en función de las necesidades y demandas de la población de Cartagena, como se puede apreciar en la figura 7.

En la zona donde termina el sistema de galerías se dispuso un filtro con el fin de mejorar la calidad de



Figura 6
Balsa de Perín (foto del autor 2015)

las aguas captadas. Por este filtro y dada la conectividad que hemos indicado previamente podían pasar tanto las aguas captadas en profundidad en la rambla de los Jarales como las superficiales recogidas en la zona de la balsa.

Una vez que las conducciones, por un lado o por otro, rodeaban el Cabezo del Lobo, se reunían en la zona de La Corona para, manteniendo la duplicidad de infraestructuras, llegar hasta la Casa de las Aguas.

La Casa de las Aguas

La Casa de las Aguas, es el nombre con el que se conoce la finca en la que se ubican las infraestructuras de almacenamiento intermedio de este sistema de Perín, uno de los tres que abastecía a la Compañía Inglesa.

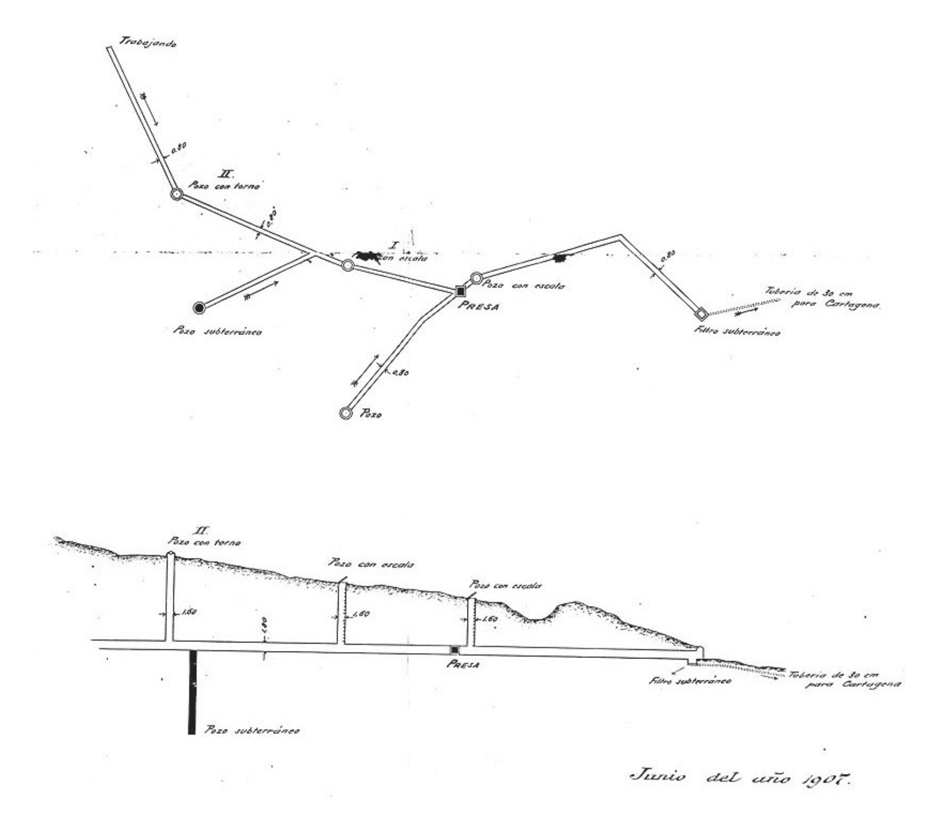


Figura 7
Sistema de captación subterránea de Perín (plano original de la compañía 1907)



Figura 8
Filtro del sistema de Perín (foto del autor 2015)

El elemento fundamental del sistema es el depósito de planta rectangular de una capacidad aproximada de 1.300 m^3 al cual llegaban las aguas captadas tanto de forma superficial como subterránea.



Figura 9
Vista interior del depósito de la Casa de las Aguas (foto del autor 2015)



Figura 10
Interior del decantador de la Casa de las Aguas (foto del autor 2015)

Consta de cuatro naves, cada una de ellas con techo abovedado, con una rampa de acceso que permitía la inspección y el mantenimiento de la infraestructura



Figura 11
Canal cubierto en el interior de la Casa de las Aguas (foto del autor 2015)



Figura 12
Esquema de funcionamiento de la Casa de las Aguas (elaboración propia 2015)

Como hemos mencionado anteriormente, las aguas superficiales que se recogían en la zona de la balsa, en ocasiones no era posible retenerlas, sobre todo en épocas de lluvias y grandes caudales circulando por las ramblas. Estas aguas turbias, con mucha materia en suspensión, también se introducían en el sistema y se transportaban hasta la Casa de las Aguas, donde se disponía de un depósito decantador de unos 400 m^3 de capacidad en el cual era posible almacenar estas aguas con el fin de que se depositara todo el sedimento, incorporándose finalmente el agua limpia mediante un bombeo al depósito principal.

El recorrido de las aguas en el interior de la finca queda definido en la figura 12, diferenciándose en función de sus diferentes calidades. Las aguas con unas condiciones adecuadas se conducían directamente al depósito mediante un canal cubierto que atravesaba la finca, mientras que aquellas consideradas como turbias eran derivadas al decantador donde, una vez eliminadas las partículas en suspensión, eran bombeadas al depósito principal.

El agua almacenada en el depósito, para continuar su recorrido hacia Cartagena, era bombeada hacia un canal ubicado en el perímetro de la finca, de sección 42 x 25 cm. Este canal transportaba el agua por gravedad en dirección a la cercana población de Los Molinos Marfagones.

Conclusiones y futuros trabajos

Mediante este trabajo se ha realizado la descripción georreferenciada y la caracterización de uno de los tres sistemas de los que disponía la Compañía Inglesa de aguas de Cartagena para abastecer a la población entre finales del siglo XIX y principios del XX.

El trabajo de campo realizado, tanto en la localización de las diferentes canalizaciones mediante GPS, como su introducción a un sistema CAD y a un Sistema de Información Geográfica, para analizar cada una de sus características, así como la investigación bibliográfica y documental llevada a cabo han permitido no sólo reconstruir de forma inicial esta parte de la infraestructura, sino también introducirla en un SIG.

Finalmente y con el fin de llevar a cabo una mejor y más profunda investigación sobre los diferentes elementos que configuraban el complejo sistema de la compañía se están realizando en la actualidad la documentación gráfica, destacando el levantamiento mediante láser escáner de los diferentes depósitos y decantadores que pueden completarse con modelos fotorrealísticos 3D, así como estudios de los materiales encontrados en las diferentes canalizaciones y obras hidráulicas.

Lista de referencias

Berrocal, María del Carmen y Alejandro Egea. 2007. «El abastecimiento de agua de Cartagena en el siglo XIX y comienzos del XX. La época de las compañías de aguas». *Revista Murciana de Antropología*, 14: 233 - 258.

Blázquez, José María. 1969. «Explotaciones mineras en Hispania durante la República y el Alto Imperio Romano». *Anuario de Historia Económica y Social en España*. Madrid: Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Complutense de Madrid

De la Piñera, A. 1990. «Breve historia del abastecimiento de las aguas de Cartagena». *Cuadernos del Estero*, 4: 5 - 26.

Egea, Alejando. 2002. «Características principales del sistema de captación, abastecimiento, distribución y evacuación del agua de Carthago Nova». *Empuries*, 53: 13 - 28

Mediavilla, José. 1989. *Cartagena y las aguas de la región murciana*. Murcia: Consejería de Política Territorial y Obras Públicas.

Tornel, Cayetano; Alfonso Grandal y Ángel Rivas. 1985. *Textos para la Historia de Cartagena (ss. XVI - XVII)*. Granada: Ayuntamiento de Granada.

Vidal, Luis Mariano y Lucas Mallada. 1914. *Memoria sobre la traída de aguas potables a Cartagena y su puerto*. Cartagena: Ayuntamiento de Cartagena.

La construcción de sistemas abovedados en la iglesia de Santiago Apóstol de Albatera (Alicante)

Juan Carlos Pérez-Sánchez
Beatriz Piedecausa-García
Vicente Raúl Pérez-Sánchez
Raúl Tomás Mora-García

A lo largo del siglo XVIII, en la provincia de Alicante se construyeron multitud de templos con elementos abovedados ejecutados mediante ladrillo y yeso, encontrándose similitudes en cuanto a construcción, materiales y geometría. En muchos de ellos, el paso del tiempo ha ocasionado lesiones, siendo necesario realizar distintas intervenciones que, además de solucionar temporalmente el problema, son una valiosa fuente de información arquitectónica al permitir estudiar, analizar y comprender sus características constructivas.

Dentro de los citados templos, la iglesia de Santiago Apóstol en Albatera [Alicante] es un ejemplo representativo de dichos elementos abovedados; por tanto, el estudio pormenorizado de sus intervenciones a lo largo del tiempo, atendiendo a los archivos gráficos y documentales existentes, permitirá conocer en profundidad las características principales de estos elementos constructivos singulares.

Antecedentes. Descripción del templo

El templo objeto de estudio está situado en el municipio de Albatera, al sur de la provincia de Alicante y perteneciente a la comarca de la Vega Baja del Segura, cerca de las poblaciones de Cox, Callosa de Segura y Orihuela, conocidas por su riqueza monumental.

Se trata de un templo exento, ubicado en el centro urbano y situado en una plaza rectangular donde se encuentran varios edificios públicos. Sus orígenes se remontan a 1714 (Hernández 2001) quedando prácticamente rematada la obra de la Iglesia en 1725 (Aguilar 1997) a falta de algunos acabados interiores, siendo bendecida en 1729. En la obra intervienen los constructores Damián y Miguel Francia, quienes dirigen las obras en periodos diferentes.

La planta del templo tiene forma de cruz latina de nave única, con capillas laterales comunicadas entre sí; la construcción está coronada con cúpula en el crucero, siendo éste un modelo muy repetido en los templos de la época (figura 1).

Para los elementos abovedados del templo se utilizó ladrillo como material de construcción. Así, la nave central está cubierta mediante bóveda de cañón con arcos fajones, mientras que las capillas laterales se cubren con bóvedas vaídas delimitadas por los contrafuertes de los arcos fajones de la nave central y comunicadas entre sí a través de aberturas en dichos contrafuertes. La cúpula del crucero se erige sobre pechinas, con tambor circular por el interior y octogonal en el exterior. La nave del crucero tiene la misma altura que la nave principal y se cubre con bóvedas de cañón a ambos lados de la cúpula y dispuestas perpendicularmente a la nave principal. Del mismo modo, y al igual que ocurre en el espacio central, el presbiterio se soluciona con bóveda de cañón (figura 1).

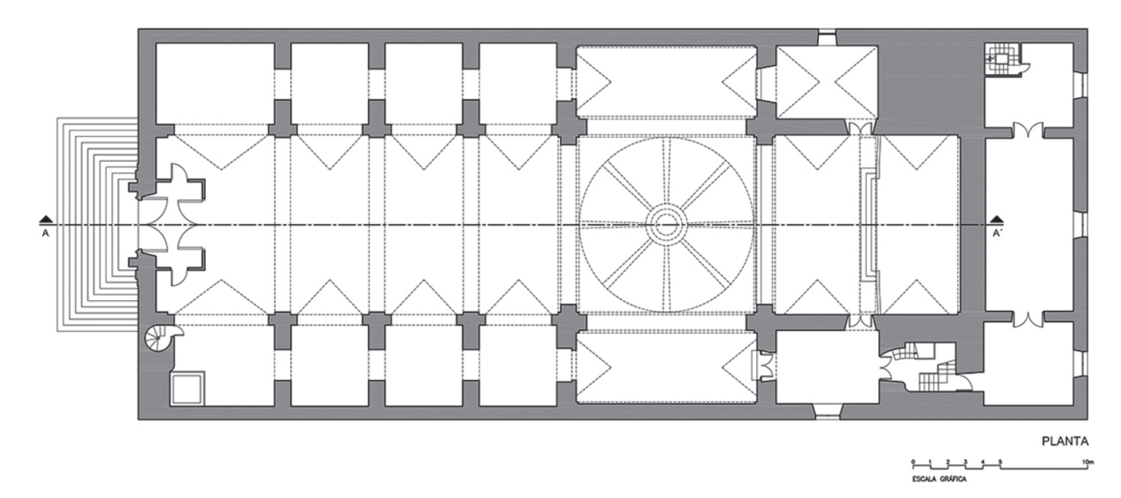


Figura 1
Plano en planta de la iglesia Santiago Apóstol de Albatera (dibujo de autor 2012)

Intervenciones realizadas en los sistemas abovedados

Año 1984. Arcos

En esa fecha se interviene de forma destacada en los arcos fajones del templo ya que se encontraban en mal estado y presentaban distintas grietas. Debido a que los arcos están construidos con ladrillo macizo y yeso, se realizaron distintos taladros en los mismos para proceder a repararlos, colocando barras de acero en cada hueco e inyectando en ellos cementos especiales.

Pese a no existir datos documentados específicamente para esta intervención, durante los trabajos de restauración realizados en la cubierta durante los años 1992-96 se pudo constatar la existencia de las varillas de cosido utilizadas en la reparación de los arcos principales del templo (figura 2).

Año 1986. Cúpula

En este momento, se procede a restaurar el tambor y la cúpula que también estaban afectados por grietas de distinta entidad. Según la documentación gráfica existente en el archivo del municipio, las grietas que afectaban inicialmente a los arcos torales se prolongaban también en toda la dimensión de la cúpula. Así, para llevar a cabo la citada intervención se procedió a retirar la teja y el material de agarre de la misma, seguido del cosido de las grietas existentes mediante la utilización de barras de acero a modo de grapas ancladas a la cúpula a través de taladros realizados previamente (figura 3 y 4).



Figura 2
Intervención realizada en los arcos principales (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)

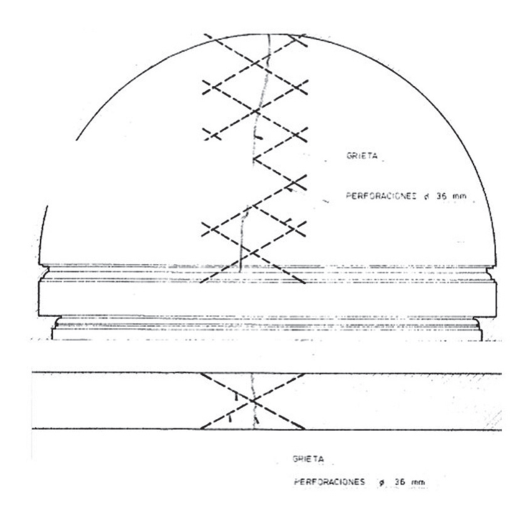


Figura 3
Esquema gráfico del cosido de grietas en la cúpula (Archivo Municipal de Albatera 1986)

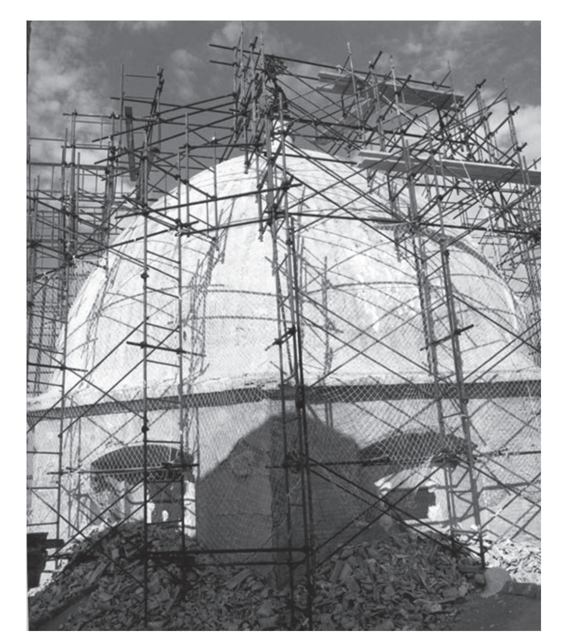


Figura 4
Fotografía del proceso de intervención en la cúpula en 1986 (Archivo Municipal de Albatera 1986)

Posteriormente, se realizó un trasdosado de la cúpula reforzándola con una capa de hormigón armado

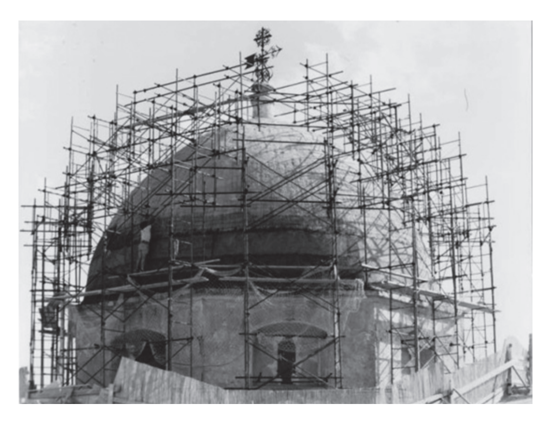


Figura 5
Andamiaje utilizado y trasdosado de la cúpula (Archivo Municipal de Albatera 1986)

a modo de enfoscado de gran espesor que incorporaba una armadura de reparto, cubierta finalmente con teja curva, en este caso de color azul (figura 5).

Años 1992-1996. Bóvedas

Durante este período se intervienen las bóvedas y cubiertas del templo, completando de esta forma la reparación de todos los elementos abovedados de la construcción.

Con el fin de proceder al refuerzo de las bóvedas en su trasdós, fue necesario retirar previamente todos los elementos que formaban parte de la cubierta. Una vez desmontadas las tejas curvas, se realizaron catas en la cubierta para determinar su composición; así, se comprobó la existencia de una capa de relleno entre 20 y 30 cm sobre la rasilla de los tabiquillos que conformaban la formación de pendientes. Este relleno estaba compuesto simplemente por tierra y piedras; y, sobre éste, existía un enfoscado de mortero sobre el que apoyaba directamente la teja (figura 6).

Debajo del relleno se encontraba ejecutado un tablero sobre tabiquillos de ladrillo macizo. Las dimensiones aproximadas de dichos ladrillos son de 30 × 15 × 3 cm y condicionaban la construcción de los elementos abovedados y su cobertura. Así, los tabiquillos estaban colocados muy cercanos unos a otros [siendo su separación aproximada 30cm], coincidiendo con las dimensiones a soga del ladrillo. El escaso



Figura 6
Capa de relleno acabada mediante regularización con mortero de cemento (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)



Figura 8
Nuevo relleno en los riñones de las bóvedas durante la intervención (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)

espesor de dichos tabiquillos (unos 3cm), el empleo de yeso en su ejecución, la presencia de humedad por falta de estanqueidad en la cubierta y el excesivo peso del relleno superior provocaron que cedieran en muchos de los casos observados durante la intervención, encontrándose en muy mal estado (figura 7).

Una vez comprobado el mal estado de los citados tabiquillos, se procedió a su demolición y retirada de escombros. Durante este proceso, se pudo observar que los riñones de las bóvedas también estaban llenos de escombros, probablemente producidos durante la construcción de los tabiquillos que conforman la formación de pendientes. Tras la intervención, este relleno fue retirado y sustituido por uno nuevo compuesto de mortero y ladrillo, dando mayor estabilidad a la bóveda (figura 8).



Figura 7
Tabiquillos de ladrillo macizo que soportan la cubierta de las bóvedas (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)

También cabe destacar que, durante los trabajos de demolición y retirada de escombros se observaron importantes grietas en las bóvedas de cañón del templo (figura 9); quizá ésta fue la causa por la que se decidió trasdosar la bóveda con una nueva capa de unos 15 cm de hormigón armado, colocando previamente armaduras en forma de grapas de cosido en cada una de las grietas más significativas (figura 10).

Una vez reforzada la bóveda, se volvieron a ejecutar los tabiquillos [en este caso con ladrillo hueco y separados unos 80 cm]; sobre ellos se colocó un tablero formado por bardos y, posteriormente, un enlucido sobre el que se volvería a colocar la teja.

Análisis constructivo y resultados

El estudio y análisis tanto de las fotografías como de la documentación recopilada durante las distintas intervenciones realizadas a lo largo de los años han permitido conocer los materiales y sistemas constructivos empleados en el templo. De esta forma, durante las restauraciones se constata el empleo de fábricas de ladrillo y yeso o mortero de cal en multitud de elementos constructivos, como son los muros,

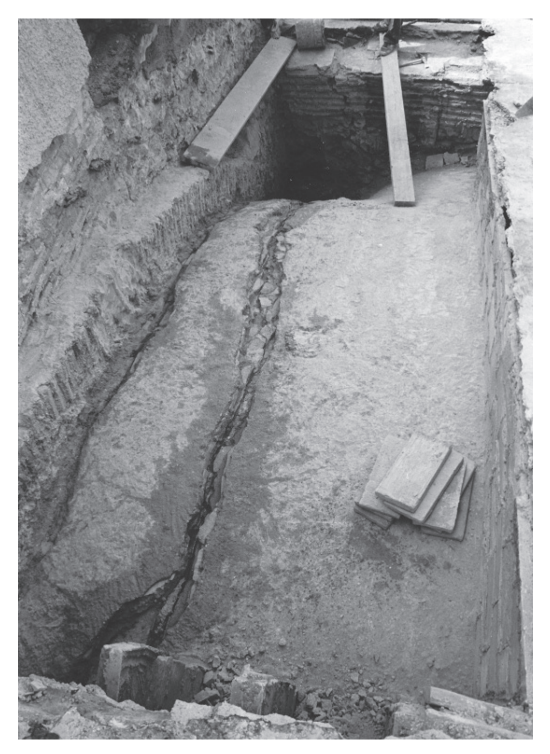


Figura 9
Grieta significativa existente en la bóveda de cañón (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)



Figura 10
Trasdosado de la bóveda de cañón mediante hormigón armado (Archivo Parroquial de Santiago Apóstol 1992-96)

contrafuertes, arcos, bóvedas, tambor, cúpula, etc. Se considera que el empleo del ladrillo se traducía en un menor coste respecto a otros materiales como la piedra, mientras que el yeso, gracias a su rápido fraguado, facilitaba la ejecución de bóvedas sin necesidad de empleo de cimbras.

Se ha constatado que el ladrillo empleado generalmente en esta época, y más concretamente en el templo objeto de estudio, era macizo y con unas dimensiones aproximadas de 30 × 16 × 3 cm. Dependiendo de la fábrica a ejecutar, en función del elemento a construir, este elemento se podía colocar a soga, tizón o panderete, con juntas de argamasa que pueden llegar a alcanzar incluso espesores similares al grueso del ladrillo.

Una vez levantados los muros y contrafuertes, y previamente a la construcción de las bóvedas de cañón de la nave central, se construyeron los arcos que servirían de refuerzo a dichas bóvedas. Estos arcos presentan una forma de medio punto (con un diámetro de 9,15 m y una flecha de 4,57 m) siendo su altura libre interior de 16,45 m medidos desde el pavimento (figura 11). Tal y como se ha podido comprobar, los arcos están construidos con aparejo a rosca de ladrillo y yeso, con ladrillo y medio de espesor en el caso de arcos fajones y con dos ladrillos de espesor para los arcos torales del crucero que sustentan la cúpula, empleando con toda seguridad cimbras en su construcción, mediante enjarjes dejados en sus laterales para conectar posteriormente las bóvedas con el arco.

A partir de los arcos de la nave central, se construía la bóveda de cañón entre arco y arco e interrumpiéndose en estos, uniéndose a ellos por los enjarjes previstos durante su construcción. Dicha bóveda se levantó sólo con dos gruesos de ladrillo y

yeso trabados entre sí a dos niveles [tanto en el mismo grueso como entre ambos gruesos] y ejecutados casi de forma sucesiva para no tener que pisar sobre la primera capa, acabando la bóveda con un enlucido exterior para dotar de mayor resistencia al conjunto. También se ha constatado que, durante su construcción, se emplearon andamios para los operarios pero no cimbras, ya que el fraguado rápido del yeso permitía la colocación de ladrillos de forma sucesiva utilizando yeso únicamente en dos de sus aristas, y obteniendo así la forma deseada (en este caso de semicírculo). La bóveda, además, se macizó en sus arranques en el encuentro con el muro para dotarla de estabilidad.

Posteriormente, la cobertura de dichas bóvedas se realizó con cubierta a dos aguas. Para completar la formación de pendientes se realizaron tabiquillos con fábrica a panderete de ladrillo y yeso colocados cada 30cm que permitían ubicar un tablero sobre éstos mediante el mismo ladrillo. Estos tabiquillos, además de permitir la formación de pendientes, servían de lengüetas a la bóveda para evitar su deformación, reforzándola y garantizando la transmisión de empujes y su estabilidad. Sobre el tablero de ladrillo se realizaba una capa de acabado de mortero de cal sobre la que se apoyaba el material de cobertura. En este caso, gracias al análisis de la documentación de archivo se ha podido observar que antes de la terminación con teja curva se colocó una capa variable de relleno de cascotes y tierra para regularizar las pendientes de la cubierta. No obstante, no hay datos concretos que garanticen que esta capa existió en la construcción original del templo y todo parece indicar que pudo deberse a una intervención parcial posterior.

Una vez construidos los arcos y las bóvedas, sobre los arcos torales del crucero se levantaron las pechinas, el tambor y la cúpula. Las pechinas, resueltas por hiladas de ladrillo horizontales voladas y macizadas en su trasdós, servían para la transición del cuadrado al círculo que formaba el tambor y cúpula. Sobre los arcos torales y pechinas, se construyó un anillo de fábrica de ladrillo que servía de elemento de unión de ambos. Encima de éste se levantaba el tambor, también

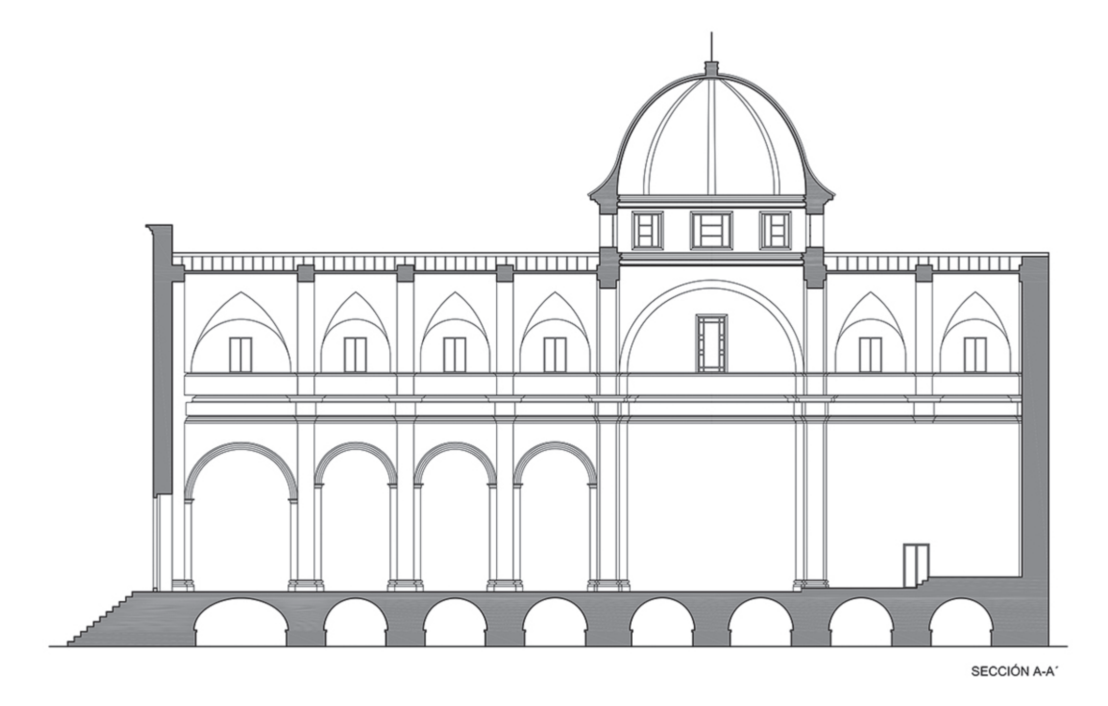


Figura 11
Sección por la bóveda de cañón de la nave central y cúpula (dibujo de autor 2012)

construido con fábrica de ladrillo de forma octogonal al exterior y circular al interior, con 8 huecos orientados según la distribución del crucero que además permitían una reducción del peso sobre los arcos. En cuanto a sus dimensiones, cabe destacar que el tambor presenta una altura total de 3,13 m, un diámetro interior de 10,02 m, y un espesor de muros de 0,95 m.

Se ha comprobado que la cúpula, construida también con ladrillo, tiene un perfil peraltado, siendo 0,63 m la relación entre flecha y diámetro. Pese a la inexistencia documental al respecto, es probable que esté ejecutada con fábrica de ladrillo a rosca (colocado a soga, con un espesor de unos 15 cm y con yeso como argamasa) siguiendo la misma estructura constructiva que la mayoría de las cúpulas de esa época en la provincia de Alicante. Su construcción se realizaba habitualmente sin cimbras o con cimbras muy ligeras, trabando las sucesivas hiladas para garantizar la resistencia del conjunto.

Sin embargo, la cobertura de la cúpula se realizaba directamente sobre ésta sin el empleo de tabiques previos para formación de pendientes, es decir, trasdosándola directamente con teja. Sobre la fábrica de la cúpula se colocaba un enfoscado de mortero de cal en su trasdós y, sobre éste, se realizaba la cobertura de teja curva. Para ello, se dividía la cúpula en 8 gajos o faldones mediante caballetes, cortando las tejas canales y cobijas según la línea que dividía uno y otro faldón, permitiendo la adaptación de un elemento lineal como la teja a uno curvo como la cúpula. Su construcción se realizaba de bajo hacia arriba, permitiendo el solape correcto de las tejas para garantizar la evacuación del agua.

Dado que la parte baja de la cúpula se había rellenado para soportar los empujes, se generaba una mayor curvatura en el perfil exterior que permitía una correcta evacuación de las aguas, dotando a la cúpula de una silueta contracurva característica de la zona alicantina.

Conclusiones

El análisis de la documentación existente sobre las intervenciones realizadas en el templo ha servido para constatar que su ejecución se realizó siguiendo los criterios constructivos recomendados en los tratados históricos de construcción y que se recogieron a posteriori en el tratado de Fornés i Gurrea en 1841. Además, en cuanto a los sistemas abovedados se refiere, cabe destacar que se han encontrado características comunes con muchos de los templos de la provincia de Alicante tanto respecto a su geometría como a su construcción; todo ello incide en la idea del conocimiento de dichos sistemas constructivos por los agentes intervinientes en el proceso.

Las fábricas de ladrillo y yeso posibilitaron la construcción de sistemas abovedados complejos en forma pero sencillos de ejecutar. Su rapidez de realización, con ausencia de cimbras o empleando cimbras ligeras, y su mayor economía incidió en su empleo y desarrollo en los templos de la provincia durante el siglo XVIII.

Los movimientos estructurales producidos a lo largo de su historia propiciaron daños en las bóvedas del templo estudiado, traducidos en grietas y humedades que hacían peligrar su estabilidad; por ello, fue necesaria una intervención integral en toda su cobertura. Las intervenciones realizadas en el templo, consistentes en el refuerzo de bóvedas y sustitución de cubierta, han servido para analizar y entender los sistemas y procesos constructivos empleados en los distintos elementos abovedados de la época.

De esta forma, en la cobertura del templo se emplearon distintos tipos de bóvedas en las capillas laterales y bóvedas de cañón para las naves centrales. En este último caso, se ha constatado que la bóveda se resuelve sólo con dos gruesos de ladrillo colocados a soga. La luz de la bóveda es de 9,50 m y la flecha de 4,75 m, es decir, es un elemento semicircular y de dimensiones considerables para su reducido espesor. La unión de la bóveda y los arcos fajones, se resuelve mediante el empleo de enjarjes previamente dejados en los arcos.

En el caso de la cúpula, con los datos obtenidos se concluye que está resuelta con hiladas de ladrillo y yeso colocadas a soga formando un sólo grueso siendo, por tanto, su espesor de unos 15 cm y su perfil peraltado, al igual que en muchos templos de la zona.

En cuanto a la cobertura, se pueden distinguir dos procedimientos de construcción: uno para las bóvedas y otro para la cúpula. En el primer caso, son necesarios tabiques y tableros para realizar una formación de pendientes previa a la cobertura final de teja (desdibujando la forma de la bóveda al exterior); en el segundo caso, dicha cobertura se realiza directamente sobre el elemento a modo de trasdosado mostrando la forma de la cúpula desde el exterior.

Lista de referencias

Aguilar Hernández, Jesús. 1997. *Historia de Albatera*. Albatera: Excmo. Ayuntamiento de Albatera.

Archivo Municipal de Albatera. 1986. *Restauración de la cúpula de la iglesia de Santiago Apóstol de Albatera.*

Archivo Parroquial de Santiago Apóstol. 1992-96. *Restauración de la iglesia de Santiago Apóstol de Albatera.*

Fornés i Gurrea, Manuel. 1841. *Observaciones sobre la práctica del arte de edificar.* Valencia: Imprenta de Cabrerizo.

Francia, Miguel. 1763. *Condiciones q. se han de observar en la nueba obra de la Igl^{a}. Parroquial de la villa de Catral.* Catral: Archivo Parroquial, Libro II, G30.

García Jara, Francisco. 2008. *Las cúpulas de la arquitectura religiosa de la provincia de Alicante: del renacimiento al siglo XIX.* Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica.

Hernández Serna, Joaquín. 2001. *La historia de Albatera por José Montesinos Pérez (1794).* Albatera: Excmo. Ayuntamiento de Albatera.

San Nicolás, Fray Lorenzo. 1639. *Arte y uso de arquitectura. Primera parte*. Madrid.

Soler Verdú, Rafael. 1995. *La cúpula en la arquitectura moderna valenciana. Siglos XVI a XVIII. Metodologías de estudios previos, para las arquitecturas de sistemas abovedados.* Tesis doctoral. Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Valencia.

Los laboratorios de El Encín, ejemplo de los hormigones flexibles de Miguel Fisac

Javier Pinilla Melo
Javier Larrea Arina
Francisco Esteban Aguado
Francisco Arques Soler
David Sanz Arauz

La obra del arquitecto Miguel Fisac comprendida entre los años 1969 y 2000, representa un claro ejemplo de la investigaciónsobre la expresividad plástica del hormigón armado, y el edificio de laboratorios de El Encín, constituye un ejemplo hasta ahora no publicado de esta expresividad tan característica. La técnica de hormigones flexibles, de la que él fue pionero y uno de los mayores exponentes, se ha seguido utilizando, como el caso del arquitecto japonés Kenzo Unno para la reconstrucción de la ciudad de Kobe tras el terremoto de 1995, o las obras del equipo de diseño C.A.S.T. para la Ciudad Abierta de Ritoque, Chile.

El hormigón «flexibles» surge en el ámbito de la gran labor de investigación de este arquitecto. En su carrera profesional, es constante la adopción de un punto de vista científico en la búsqueda de soluciones a la expresión plástica de cada material,no se conforma con que las envolventes estén ya decididas por el hormigón armado, por lo que sigue buscando una forma de expresar la verdadera naturaleza del material,«como algo inherente a su propia cualidad blanda y flexible» (Patón, Telleria), y ese es el punto de partida del hormigón flexible.

El arquitecto materializa estas inquietudes en las patentes que registra a lo largo de su carrera. De esta forma, Miguel Fisac desarrolló un total de 4 patentes relacionadas con el vertido in-situ del hormigón para paneles, comenzando por el «Sistema de encofrados flexibles para hormigón de cerramiento» de 1970, donde en un intento por solucionar los problemas técnicos, se consigue además un buen resultado estético, hasta su «Procedimiento de construcción de viviendas y similares» de 2000, síntesis de suexperiencia acumulada.

El proceso de invención va estrechamente ligado al proceso constructivo, que sirve de campo de prueba previa al registro de cada patente. La labor de investigación se centra en solucionar los problemas que van apareciendo en la praxis.

En cuanto al hormigón flexible,el autor escribía

> El espacio limitado, que es la arquitectura, necesita una limitación material, y esa materia, como la de nuestro cuerpo, ha de tener una piel. Siempre me he interesado mucho por esa piel y su calidad. Siempre también, con el deseo de verdad, me ha parecido que esa textura, esa piel, si es posible, debería ser del mismo material limitante y destacando el color y la lisura más concordante con su intrínseca constitución molecular …El hormigón, … como se vierte en moldes, la textura obtenida es la de las paredes del molde. Como ordinariamente esos moldes se hacen de tablas de madera, se suele considerar como la textura más adecuada, la propia de la madera, de ahí que hayamos procurado en muchos paramentos de muros de hormigón el conseguir unas texturas con las huellas de las vetas de la madera. Durante bastante tiempo he estado pensando cómo se podría conseguir una textura que dejará la huella de que aquello tenía antes un estado pastoso, que se vertió en un molde y procurar que el material flexible en el que se echara fuera muy pulido y completamente liso… Miguel Fisacen (Arqués 1996).

Miguel Fisac definía el proceso creativo con el término de la arquitectura «ortogénesis», la cual estaba

formada por el programa, la técnica y por último la expresión plástica. El hormigón flexible, se encuadra dentro de este último elemento, completando el proceso. Esta expresión plástica responde a una transformación de la materia inerte en energía poética, donde el concepto de superficie como un elemento abstracto e independiente a la estructura desaparece, para transmutarse en cualidad intrínseca del propio edificio (Arqués 1996).

Miguel Fisac logro alcanzar un gran dominio del hormigón, lo entendió, lo manejo de manera novedosa sin admitir límites. Su imaginación le llevaba a idear técnicas que la industria no le proporcionaba, por lo que dedico tiempo a inventar esas técnicas y a conseguir que se fabricase, dando lugar a las patentes de hormigones flexibles. Cabe destacar que estas patentes fueron una de las pocas aportaciones a las soluciones formales con hormigón armado desarrolladas en nuestro país (Aroca 2006).

Patentes de encofrados flexibles para prefabricación

Miguel Fisac investigó con los elementos prefabricados durante toda su trayectoria profesional. A principios de la década de los 50, previo a su patente de encofrado flexible, el arquitecto ya había comenzado el estudio de las estructuras de hormigón armado con una serie de marquesinas y galerías porticadas de membrana ondulada. Pero, no es hasta el año 1958, cuando a partir de su concepción de la arquitectura adintelada y de las nuevas posibilidades que le brindaba la incorporación de la prefabricación e industrialización al campo de la arquitectura, comienza a desarrollar una investigación con piezas huecas de hormigón armado; piezas aligeradas huecas pretensadas y postensadas, inspiradas en las estructuras óseas de los animales vertebrados y que se han dado a conocer con el nombre de los huesos (Arqués 1996).

La técnica de encofrados flexibles tiene básicamente 4 fases: existe una patente principal de 1970 «Sistema de encofrados flexibles para hormigón», a la que se le produce una mejora en el año 1972 «Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal, sistema de encofrados flexibles para hormigón», en el año 1983 se produce una última adición en la patente, pero con otro nombre «Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción» y finalmente, en el año 2000 registra la patente «Procedimiento de construcción de viviendas y similares», abarcando ya todo el sistema constructivo.

La finalidad de estas patentes a su vez, es la de crear un nuevo sistema de encofrado mucho más económico, y de aplicación mucho más sencilla, al no necesitar especialistas en la mano de obra.

Primera Patente (Nº 382096) Sistema de encofrados Flexibles para hormigón. 1970

La patente consiste en esencia en la formación de encofrados flexibles, los cuales se componen de una estructura portante resistente, preferiblemente de acero o madera, completada por una retícula de alambre, nylon, cuerda. Este elemento resistente puede estar constituido por una red, malla metálica, o una simple tela metálica, la cual se fija al marco o bastidor, cubierta por la cara correspondiente al hormigón a moldear con una lámina de un material flexible, elástico y de resistencia suficiente para poder soportar la presión del hormigón en estado fluido en las partes huecas del citado entramado resistente.

Se obtiene simplemente configurando y distribuyendo adecuadamente los espacios huecos de la estructura resistente, con lo que se pueden conseguir, por ejemplo, una serie de abombamientos regularmente distribuidos predeterminados y uniformes. El hormigón adquiere en su superficie la conformación que determina el entramado.

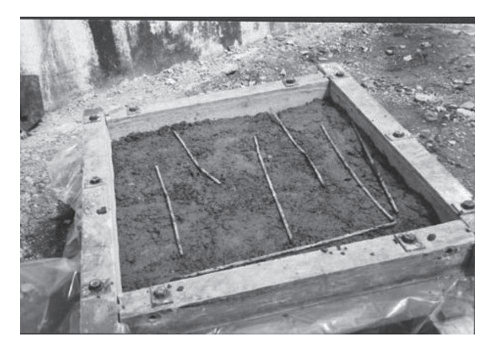
En la patente también se habla, por otro lado, de que gracias a la aplicación de este nuevo sistema de encofrado, se permite moldear las superficies de manera que estas resulten compactas, y con ausencia total de poros, lo cual es prácticamente imposible conseguir con los sistemas de la época.

Segunda Patente (Nº421044) Mejoras introducidas en Sistema de encofrados Flexibles para hormigón. 1973

Es la primera vez que se habla de trenzar la malla resistente, o por el contrario, la introducción de una estructura auxiliar rígida, la cual aporta una resistencia y rigidez extra al conjunto. Es preciso en este caso, que los espacios inter-estructurales no sean muy







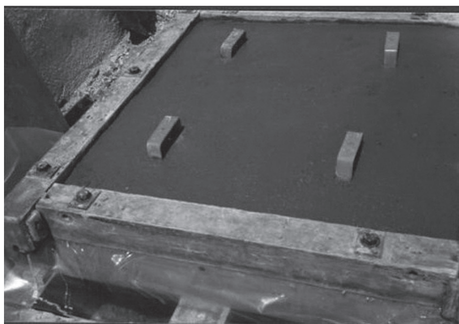


Figura 1
Proceso de fabricación de los paneles flexibles para el Bloque de viviendas en Daimiel (1978). Fotos de Fundación Fisac

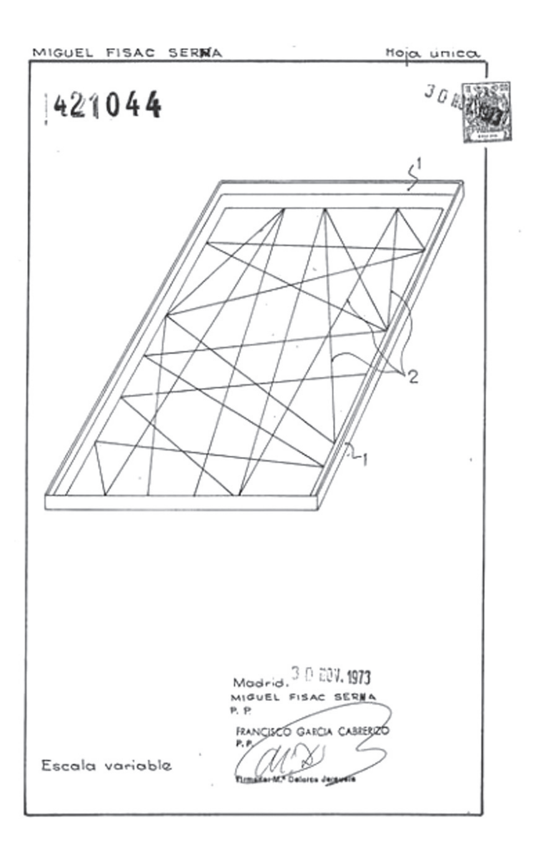


Figura 2
Esquema explicativo de la patente «Sistema de encofrados flexibles para hormigón» (Fisac 1970)

grandes para evitar abombamientos excesivos del hormigón vertido.

Estas estructuras tienen por misión aportar resistencia y rigidez, y así moldear el hormigón con una lámina de un material flexible, normalmente una lámina de plástico, preferiblemente un polietileno.

Respecto a la lámina flexible explicada en la anterior patente, en esta fase de mejora, Miguel Fisac habla de que está lamina flexiblees preferible que sea un polietileno, que además de ser flexible, será semitransparente y tendrá una superficie brillante. La flexibilidad permitirá el necesario abombamiento para el logro de la forma buscada, y la semi-transparencia nos permitirá observar las posibles burbujas de aire que existen en el molde. En esta fase se explica la posibilidad de eliminar estos poros mediante un vibrado manual.

La carencia de características propias de la superficie de la lámina plástica, conseguirá que la textura del hormigón sea la derivada únicamente de sus propias características, patentando así una expresividad propia que lo distingue de los otros materiales utilizados para encofrados.

Tercera Patente (Nº 524720) Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción. 1983

En esta tercera fase, aunque no estéexplícitamente en el título como en las anteriores, se sigue con la evolución de la patente de encofrados flexibles. Según el procedimiento de la invención, el molde propiamente dicho dispone de una estructura portante y rígida, cuya estructura puede ser tal que conforme el contorno de unos dibujos o formas geométricas determinadas, letras, símbolos…

Respecto al vertido del hormigón, es la primera vez que Miguel Fisac, habla de la utilización de plastificantes junto a la vibración del conjunto del molde, más una operación adicional de vibrado para conseguir que la masa de hormigón fluya por todos los pliegues del molde.

Cuarta Patente (Nº ES 2 1418 024) Procedimiento de construcción de viviendas y similares. 2000

Miguel Fisac, se ocupó de una manera especial del problema de la vivienda, considerándolo el mejor y más urgente desafío para la arquitectura de su tiempo. Para ello investigó los sistemas de construcción prefabricada de viviendas, para hacerlas accesibles a todas las personas, esto lo hizo principalmente reduciendo costos innecesarios, a la vez que mejoraba la calidad. (González-Blanco 2012)

Esta es su última gran patente en este campo de la prefabricación,y desde entonces se fue desarrollando y mejorando en diferentes proyectos.El nombre comercial de esta patente es «Arquitectura Vertida», Miguel Fisac inventa un procedimiento constructivo basado en elementos prefabricados que combinan paneles estructurales de cerramiento, con instalaciones y aislamiento térmico incluidos y las placas alveolares. Estos paneles vendrán totalmente acabados tanto interiormente, como exteriormente. Como principales ventajas tenía que reducía sustancialmente, los plazos, el coste y el riesgo de accidentes.

El sistema en cuestión consiste en unos paneles huecos prefabricados de hormigón. Estos paneles irán acabados totalmente tanto al interior como al exterior, con cercos de acero para las ventanas y las puertas, una canaleta para la conducción de instalaciones (agua, electricidad y telecomunicaciones), y un aislamiento de vidrio celular.Una vez que estos paneles se colocan en obra, se rellenan de hormigón conformando la fachada y la estructura portante del edificio. Respecto a la estructura horizontal, está formada por placas alveolares de hormigón pretensado que vienen de fábrica.

Todos estos elementos, llegan a la obra terminados, a falta de verter el hormigón autocompactante dentro de ellos, el cual actúa uniendo los nudos de los paneles con el forjado de la planta, de ahí su nombre, «Arquitectura Vertida». Tras el fraguado del hormigón, sólo es necesario instalar la tabiquería en seco, las instalaciones y las carpinterías.

La calidad de la terminación del panel a modo de encofrado flexible y las soluciones de unión entre la estructura horizontal y la vertical, hace que el edificio terminado tenga una óptima conservación sin casi necesidad de mantenimiento. (Sánchez-Mora, 2006)

Obras con encofrados flexibles

En la figura 3, se acompaña un esquema cronológico en el que se sitúan las patentes y obras sobre hormigones con encofrados flexibles, en el que se puede observar la progresión paralela de la práctica desarrollada en sus obras, y el registro de sus logros en diferentes patentes.

La primera patente de Miguel Fisac sobre encofrados flexibles aparece en 1969. El centro de Rehabilitación para la M.U.P.A.G fue la obra en la que comienza a utilizar paramentos de fachada con encofrado flexibles.Se utiliza este tipo de encofrados con la finalidad de dotar al hormigón armado de una textura y acabado que reflejara las características del material blando y flexible.

El siguiente proyecto con este sistema de encofrados flexibles, data de 1971, y es en un solarjunto a su casa en el Cerro del Aire, donde Miguel Fisac construye su estudio. Esta obra sirve como banco de

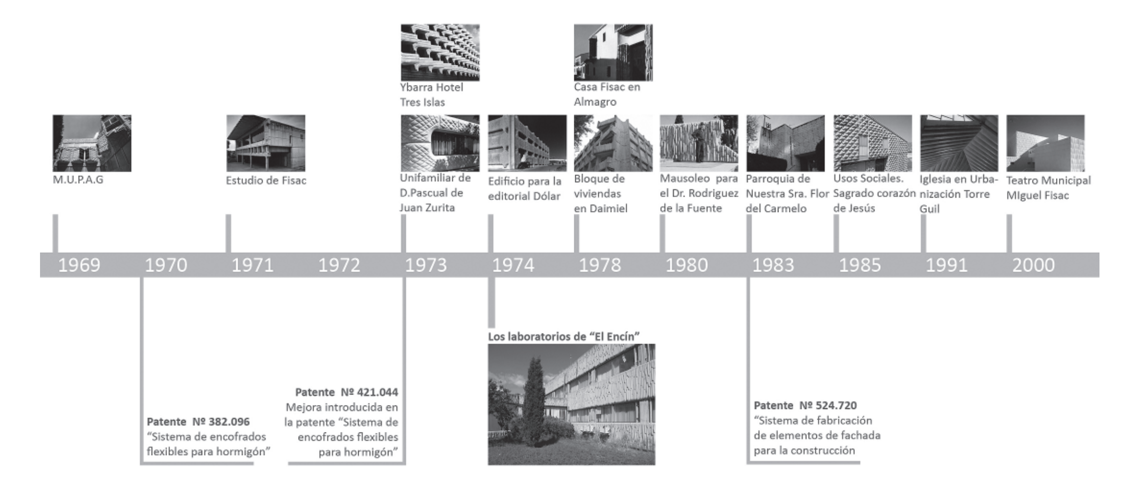


Figura 3
Esquema cronológico de obras y patentes de hormigón flexible. Esquema del autor, imágenes de la Fundación Fisac

pruebas, y en ella, aprovecha para poner en práctica muchas de sus ideas, que posteriormente utilizaría en numerosas obras, las cuales consideraba que en un principio no debían ser aplicadas en otros proyectos hasta comprobar su eficacia. (Arqués 1996)

En el estudio, construye los muros de hormigón con encofrado flexible, prueba costosa y que no le resultó satisfactoria entonces. Sin embargo, también en ese proyecto, se produce un gran avance con la supresión de la carpintería, haciendo fijos los huecos de iluminación de vidrio mediante el uso de un neopreno como elemento de fijación y sellado. Esta nueva idea, resultó favorable y fue utilizado a partir de entonces en otros proyectos, como el caso de los laboratorios de El Encín.

Posteriormente, se incluye el cemento blanco en la mezcla. Esto no hace sino potenciar esa expresividad plástica y ese valor estético del conjunto, como puede comprobarse en la vivienda unifamiliar de D. Pascual de Juan Zurita de 1973, dondela combinación cromática, tanto exterior como interior, de hormigón blanco con la madera de tono oscuro, ayuda a delimitar cada material y a producir un abstracto contraste formal. En este proyecto también se desarrolla la relación de los paneles con los huecos de iluminación,curvando éstos hacia el interior, produciendo un efecto de gran profundidad.Además, la colocación de vidrio sin carpintería, subraya la idea de la ventana como hueco.

Al mismo tiempo, en el Hotel Tres Islas en Fuerteventura construye los encofrados como bolsas verticales, irregularmente seccionadas, que van mostrando esa arquitectura «acolchada» en la que los huecos y aristas se redondean, tomando los edificios un aspecto capsular e industrial, en contraposición a la aleatoriedad brutalista de la textura epitelial (Rojo 2012).

Más tarde, en la edificación para la Editorial Dólar en Madrid, de 1974, sigue evolucionando su pa-

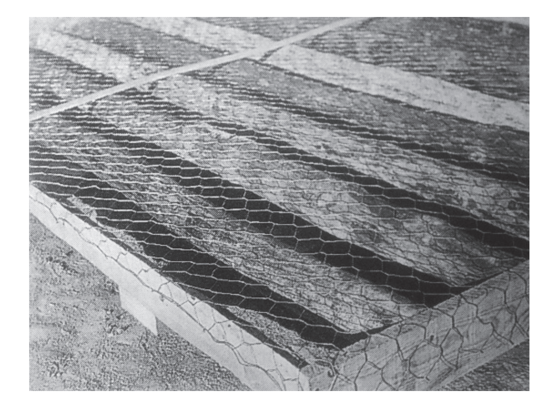


Figura 4
Encofrado flexible utilizado para su Estudio en el Cerro del Aire. Foto recogida en Arqués (1996)

tente sobre encofrados flexibles junto con la evolución de la carpintería, colocando directamente el vidrio sobre un neopreno oculto en las piezas de hormigón prefabricado mediante una hendidura en la propia pieza. En esta obra consigue reducir el número de moldesutilizadosa dos tipos,reduciendo proporcionalmente el coste de la construcción. Con este logro se manifiesta el interés que tenía Miguel Fisac por la arquitectura prefabricada, más económica, y que alcanza su máxima expresión en la patente «Procedimiento de construcción de viviendas y similares» del año 2000.

En paralelo al edificio de la Editorial Dólar se construyo el edificio de Laboratorios de El Encín, objeto de la presente investigación.

Durante los siguientes años va recibiendo menos encargos, aunque en este periodo destaca en 1978 la construcción de un gran edificio de viviendas en su pueblo natal, Daimiel, con paneles de hormigón flexibles, constituyendo su obra más emblemática en su tierra. Sin embargo, más adelante se ve obligado a cerrar su estudio (Ruiz-Valdepeñas 2006).

Los grandes encargos dejan paso a obras de menor escala, como la de su propia casa en Almagro, de 1978, que realiza rehabilitando un viejo molino de aceite, integrando con naturalidad dos universos expresivos dispares: el sincretismo encalado de la castilla manchega, con la moderna experiencia de los encofrados flexibles.

En el año 1980 levanta en el Cementerio de Burgos el mausoleo para el doctor Rodríguez de la Fuente, utilizando paneles de hormigón flexible, además de una escultura de Pablo Serrano.

Tres años después, se le presenta la oportunidad de ensayar una nueva disposición litúrgica a propósito de la construcción del complejo parroquial de Nuestra Señora de Altamira en Madrid, 1983. La importancia de este proyecto también radica en la utilización por primera vez de los paneles de encofrado flexible con dibujos geométricos.

En 1985, desarrolla una de las soluciones más singulares de encofrado flexible para el Edificio de Usos Sociales-Congregación Hermanas Hospitalarias del Sagrado Corazón de Jesús, en donde se utiliza un panel con bajorrelieves que representan el corazón y la cruz del anagrama de la Orden de las Hermanas Hospitalarias.

En el Edificio para Oficinas de la Caja de Ahorros del Mediterráneo de San Juan (Alicante) de 1988, utiliza la textura de los paneles de hormigón simulando las olas del mar.

En 1991, Miguel Fisac cambia la concepción del encofrado flexible, situando los paneles en el interior del edificio en vez de en el exterior. El primer proyecto donde emplea esta solución es en la iglesia en la urbanización Torre Guil en Murcia.

Su última obra con encofrados flexibles es el Teatro Municipal «Miguel Fisac» en Castilblanco de los Arroyos (Sevilla) del 2000. En esta obra cambia la escala del panel y de las estrías, haciéndolos más pequeños, lo que da una mayor escala y abstracción a los volúmenes del edificio.

El Edificio de Laboratorios de El Encín en Alcalá de Henares (1974)

El principal objetivo de esta investigación es el estudio de la evolución del sistema de fachada con paneles flexibles enel edificio de Laboratorios situado en la finca de El Encín, Propiedad del IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario) denominado en el Proyecto de Ejecución como «Edificio de Cereales y Leguminosas». Se encuentra situado en el municipio de Alcalá de Henares, y fue construido en el año 1974, no aparece analizado en ninguna publicación sobre Miguel Fisac, y el proyecto no se encuentra en el archivo de la Fundación, debido posiblemente a la coautoría con José Ramón Aspiazu y a los problemas iniciales con la cimentación, que obligaron a la redacción de un proyecto de recalce en el año 1975, el cual sí que se encuentra en la Fundación.

En el desarrollo de la presente investigación se han digitalizado los planos del proyecto original, puesto que sólo consta la existencia de una copia actualmen-



Figura 5
Imagen del acceso principal (Imagen del autor)



Figura 6
Imagen del cuerpo de despachos (Imagen del autor)

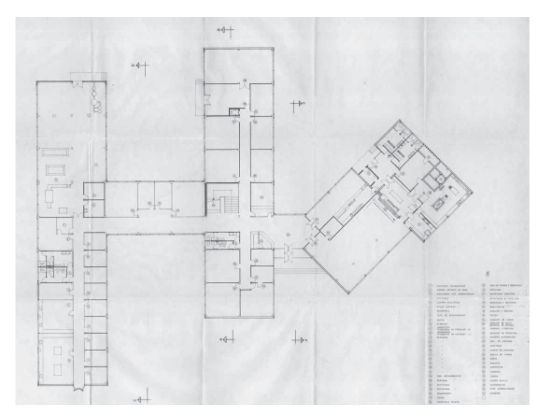


Figura 7
Planta baja extraída del Proyecto de Ejecución

te en poder de la propiedad. Además se han realizado catas para analizar el sistema constructivo utilizado.

Se trata de un edificio compuesto por dos alas rectangulares paralelas con orientación N-S y otra perpendicular que enlaza estas dos naves. Todo el conjunto se desarrolla en dos plantas sobre rasante. Las dos alas rectangulares albergan laboratorios y despachos. El acceso al edificio se realiza por la zona de unión entre las alas rectangulares. A este conjunto se le une un ala de una única planta con disposición oblicua que alberga la cafetería, el comedor, la cocina y la biblioteca.

La cimentación está formada por zapatas aisladas arriostradas entre sí mediante riostras de hormigón sin armar. No consta la existencia de estudio geotécnico,

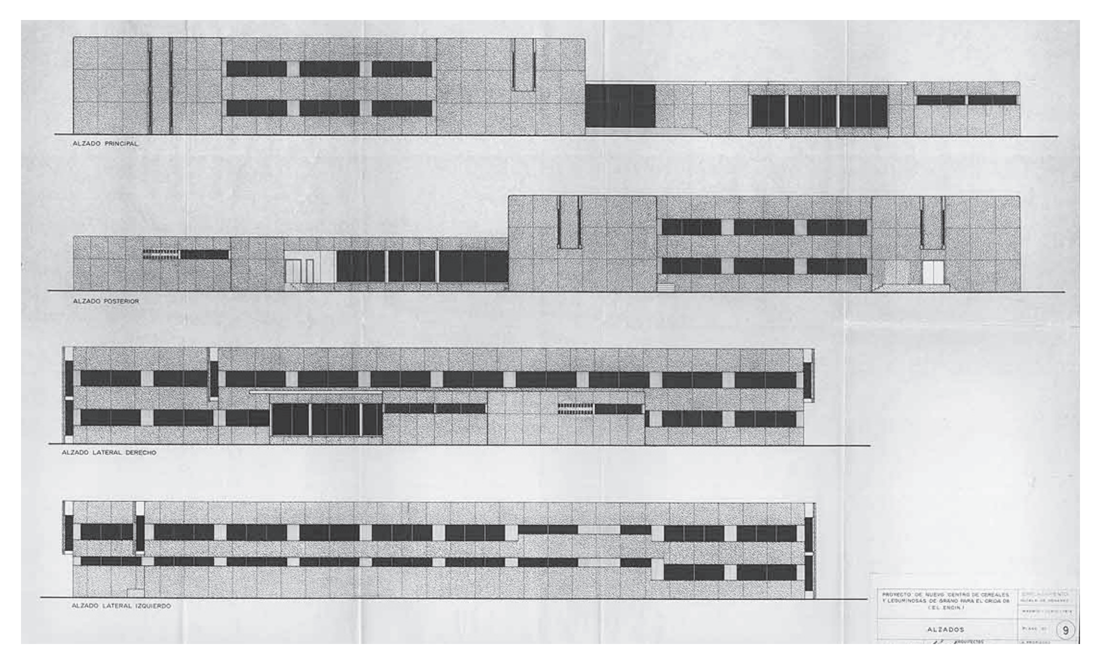


Figura 8
Alzados extraídos del Proyecto de Ejecución

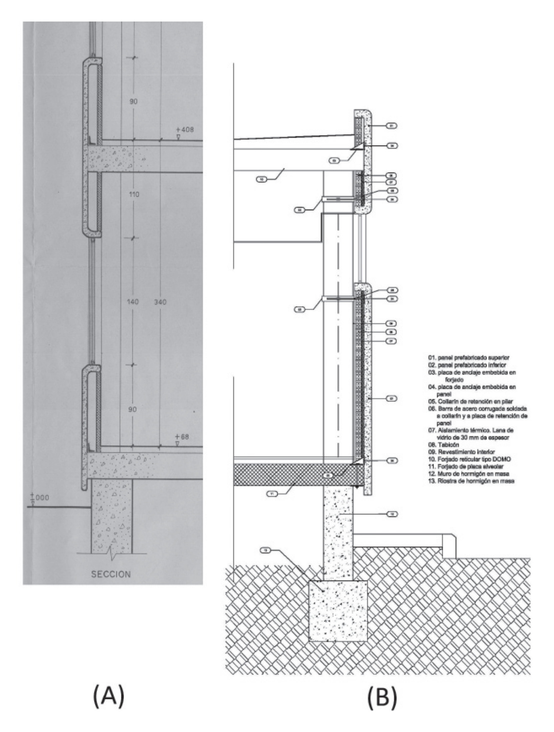


Figura 9
(A) Detalle del Proyecto de Ejecución, y (B) Detalle realizado por los autores tras la inspección de la fachada



Figura 10
Apoyo puntual inferior de los paneles mediante placas triangulares (Imagen del autor)

por lo que en el año 1975, antes de la entrada en servicio del edificio, se produce un problema en la cimentación, y tras la aparición de lesiones se procede al micropilotaje de ésta, junto con la redacción de un nuevo documento por parte del Estudio de Miguel Fisac.

La estructura se proyectó inicialmente con forjado continuo sin vigas de 20+3 o 20+5, y los detalles constructivos del mismo se refieren a forjados reticulares «DOMO» sin vigas. Se ha podido comprobar que el forjado sanitario ejecutado es con placas alveolares, sin poder afirmar si se colocaron tras el micropilotaje, o de origen para no encofrar en una cámara sanitaria.

La fachada del edificio está construida con paneles de hormigón prefabricado flexible con almohadillado vertical, que se curvan en sección al llegar al hueco. En su obra de los años 60 es muy común la utilización de piezas de hormigón continuas horizontales para conformar los antepechos y los capialzados de los huecos, en muchos casos curvándose en los huecos para formar tanto el vierteaguas como el cargadero.[2] El hueco que se forma en el interior bajo esta curvatura se utiliza en el resto de edificios para alojar fan coils o radiadores, y el hueco superior para alojar las los cajones de las persianas, en el edificio de El Encín la profundidad de esta curvatura es menor, puesto que solo tiene que alojar el aislamiento térmico y la cámara de material cerámico. Durante estos años empieza construyendo estas piezas con hormigón in situ con encofrados de madera a dos caras, conformando los zunchos perimetrales de los forjados. Finalmente acaba fabricando estas piezas en talleres a pie de obra para conseguir mejores acabados y menores costes, ya que al fabricar el panel en taller en posición horizontal, solo necesita encofrar una cara, facilitando notablemente las labores de hormigonado.

En los años 70 introduce a estas piezas de hormigón los encofrados flexibles, para dotar a las fachadas de unas texturas lisas y blandas. El Edificio de Laboratorios de El Encín es coetáneo al edificio para la editorial Dólar, ambas son construcciones enmarcadas dentro de la fase de mejora de la patente sobre encofrados flexibles de 1973 explicada con anterioridad. El sistema de encofrados utilizados, permite por primera vez fabricar paneles de directriz vertical pero de forma curva en planta, que se utilizan para el cerramiento de la caja de escaleras (ver figura 5). Como se puede ver en los alzados de la figura 8, las medidas son muy diferentes a lo largo del edificio, para adaptarse a los diferentes ritmos de estructura en horizontal, y medidas de huecos en vertical, por lo que el encofrado se tuvo que adaptar a los 18 tipos de encofrados que hemos podido identificar. El espesor

útil del panel tiene un mínimo constante de 70 mm, y un máximo variable según el cuelgue de la lámina de polietileno, que llega hasta 200 mm en los abombamientos más grandes. Finalmente, los paneles son trasdosados mediante aislamiento de fibra de vidrio y tabicón interior.

Con la inspección visual que hemos realizado de la fachada por medio de catas, hemos dibujado el detalle constructivo *as built*, para compararlo con el de proyecto (ver figura 9). Las diferencias se encuentran fundamentalmente en el sistema de fijación de los paneles a la estructura del edificio. En el proyecto se representan únicamente apoyos lineales en los forjados mediante angulares metálicos, mientras que la obra ejecutada utiliza un sistema que permite mover panel respecto de la estructura en las 3 direcciones del espacio. Los paneles tienen embebidas 2 placas en las esquinas inferiores, y en el forjado se colocan placas mediante varillas roscadas que atraviesan el canto del forjado. Una vez que los paneles han sido aplomados y nivelados, se sueldan unas placas triangulares entre las placas de los paneles y los de los forjados (ver Figura 10). El sistema de fijación se completa con collarines alrededor de los pilares de hormigón fijados a los paneles con redondos de acero (ver Figura 11), y en las zonas sin pilares, estas uniones se ejecutan de panel a panel.

El hueco es una combinación de soluciones empleadas anteriormente, junto a nuevas aportaciones. Se trata de una ventana corrida, quecombina grandes partes fijas con pequeñas zonas practicables para ventilación, como ya hizo en el Centro de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Fitobiológicas del CESIC de 1959. Las partes fijas utilizan la solución de neoprenos iniciada en su casa en el Cerro del Aire de 1971, los neoprenos están apoyados en el panel, paso previo a la solución del Edificio Dólar, en el que los neoprenos quedan ocultos en una hendidura dejada exprofeso en el panel. Las partes practicables se resuelven con ventanas de acero, que por primera vez quedan ocultas tras lamas verticales de aluminio Phalmur de Gradhermetic en los extremos de cada módulo (ver Figura 12).

En el interior del edificio se colocarón las «Lamparas Nube», nombre comercial de su patente «Pantalla para tubo fluorescente» de 1966, compuestas de una pantalla de chapa plegada para tubo fluorescente.

Conclusión

El edificio de Laboratorios de El Encín, constituye un eslabón hasta ahora no publicado, de la investigación constructiva desarrollada por Miguel Fisac en los años 70 para edificios de oficinas. En estos años desarrolló un sistema constructivo que combinaba la economía y rapidez de la prefabricación, con la expresividad de los hormigones flexibles. En este caso, el edificio se construye con:



Figura 11
Apoyo superior de los paneles a los pilares de hormigón mediante collarines metálicos (Imagen del autor)

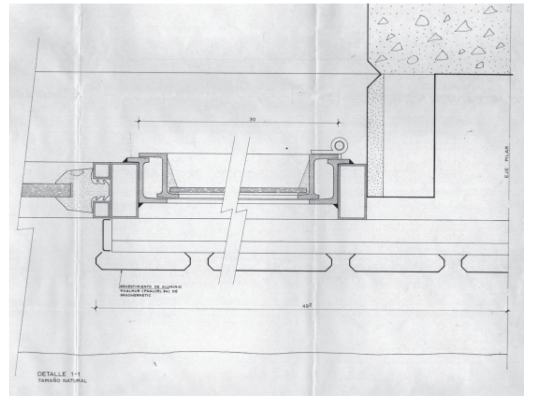


Figura 12
Detalle en planta del hueco del proyecto de ejecución, en el que se ven los neoprenos de fijación de las zonas fijas, la carpintería abatible de acero y las lamas verticales de aluminio extrusionado

– Estructura. Forjados reticulares «DOMO» sin vigas, que permitían elevadas luces con muy poco encofrado. Forjado sanitario de placas alveolares.
– Fachada (partes ciegas). Los antepechos y capialzados se ejecutan mediantepaneles fabricados en talleres a pie de obra, con el ahorro de transporte que ello conlleva. Como encofrados para estos paneles utiliza unos simples bastidores de madera con un lámina de polietileno flexible, que puede ir adaptando a los diferentes formatos presentes en el edificio.
– Fachada (huecos). Se recurre a la ventana corrida, en las partes fijas el vidrio utiliza los paneles de hormigón como carpintería, usando como elemento de fijación y sellado un perfil continuo de neopreno. Las partes abatibles se montan con perfilería de acero, que se tapa con lamas verticales de aluminio para conseguir de esta manera que el hueco aparezca limpio, sin carpinterías, buscando una mayor abstracción, a la vez que se permite la ventilación.

Estos edificios se organizan con plantas racionalistas muy funcionales que dan respuesta al «¿Para qué?», y se ejecutan con un sistema constructivo en constante evolución y experimentación, «¿cómo?», en una constante búsqueda de ese, «no sé qué», que convierte la correcta construcción en una obra de Arte. En el caso de los edificios de oficinas, ese «no sé qué» se encuentra fundamentalmente en este sistema constructivo tan personal que Fisac fue desarrollando durante estos años.

Ante la escasa industrialización de la época, Fisac convierte las obras de sus edificios en un campo de experimentación donde va desarrollando esta nueva técnica constructiva, cuyos avances va patentando, en un intento de proyección de sus invenciones a la industria de la construcción. El edificio de El Encín se encuadra dentro de la fase de mejora de la patente de hormigones flexibles.

Notas

1. Utilizamos el término hormigón flexible, utilizado por Miguel Fisac, para referirnos a un hormigón rígido con encofrados flexibles
2. Los edificios con fachadas de hormigón curvados en el hueco son:
   1959 Centro de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Fitobiológicas del C.S.I.C
   1963 Laboratorios para el Instituto de Química del C.S.I.C.
   1964 Edificio de Oficinas «Vega»
   1965 Colegio de la Congregación de la Asunción de Cuestas Blancas
   1966-67 Centro de Cálculo Electrónico IBM
   1968 Fábrica en Montmelo

Lista de referencias

Aroca, R. 2006. «En memoria de Miguel Fisac». *Informes de la Construcción*. Vol. 58, 503: 33-39.
Arques, F. 1996. *Miguel Fisac*. Ediciones Pronaos.
Fisac, M. 2007. *Carta a mis sobrinos*. Editado por Fundación Miguel Fisac. Ciudad Real.
González-Blanco, F. 2012. «GZ/10 Un prototipo experimental de vivienda unifamiliar. Aplicación práctica de la última patente del arquitecto Miguel Fisac». *Informes de la Construcción*, Vol. 64, 526: 153-166.
Paton, V. Tellería A. http://fundacionfisac.org/miguel/biografia/ver.php?seccion=epidermicos (consultado el 12 de Junio de 2015)
Rojo J. 2012. *Miguel Fisac Serna. Arquitecto. Vida y Obra. Trabajo Fin de Master. Máster de Investigación en Arquitectura. ETS de Arquitectura de la Universidad de Valladolid.*
Ruiz-Valdepeñas, R. 2006. «El legado y la fundación Miguel Fisac, presente y futuro». *Informes de la Construcción*, Vol. 58, 503: 11-18 .
Sánchez Mora, F. 2006. «Arquitectura vertida». *Informes de la Construcción*, Vol. 58, 503: 49-56.

Patentes

Fisac, M. 1970. *Sistema de encofrados flexibles para hormigón*. Memoria de la patente 382096. OEPM. Madrid.
Fisac, M. 1973. *Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 382096 por; Sistema de encofrados flexibles para hormigón*. Memoria de la patente 421044. OEPM. Madrid.
Fisac, M. 1983. *Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción*. Memoria de la patente 524720. OEPM. Madrid.
Fisac, M. 1996. *Procedimiento de construcción de viviendas y similares*. Memoria de la patente ES 2 1418 02. OEPM. Madrid.

Decisiones constructivas en la ejecución de la Capilla de la Antigua de la Catedral de Sevilla. Estudio a través de modelos gráficos

Francisco Pinto Puerto
Roque Angulo Fornos

La Capilla de la Antigua es un espacio singular de la Catedral de Sevilla surgido de reformar la capilla perimetral del proyecto gótico situada en el encuentro de las naves principales y el brazo sur del crucero. Esta reforma fue patrocinada por el arzobispo Diego Hurtado de Mendoza en el tránsito de los siglos XV al XVI, cuando aún no había concluido el centro del buque gótico. El resultado fue un espacio funerario rectangular de proporciones discretas si la comparamos con las capillas estrelladas que florecían en Castilla en esa época. El devenir histórico de este espacio ha ido añadiendo sucesivos estratos constructivos que alcanzaron una complejidad que ha pasado inadvertida a la historiografía, quedando su valoración limitada exclusivamente a parámetros formales y tipológicos, hasta el punto de entenderla como un verso suelto en la gran fábrica hispalense.

A partir de levantamientos gráficos de alta precisión, documentos escritos, huellas de las transformaciones sufridas y restos arqueológicos exhumados en su entorno inmediato, es posible reconstruir el conjunto de decisiones constructivas que adoptaron los maestros implicados. Expondremos algunos resultados de la integración de toda esta información en modelos infográficos cuyo objetivo es visualizar de forma simultánea etapas que han quedado estratificadas y superpuestas en el tiempo, para así contrastar datos, detectar incoherencias y aportar nuevas reflexiones y preguntas útiles a este foro de debate.[1]

La importancia de la capilla de la Antigua en la fábrica hispalense

El profesor Jiménez afirma que «las fusiones adquieren características muy especiales en la capilla de la Antigua, que es como una bisagra entre el gótico menos catedralicio, lo islámico, incluso el renacimiento, por lo que su historia arquitectónica se presenta como una síntesis de la del edificio a lo largo de cuatrocientos años y es, a la vez, el símbolo de las dificultades finales» (Jiménez 2013, 287). Una larga historia que comienza tras la reconquista cristiana de la ciudad en 1248, cuando la catedra hispalense quedó instalada en la gran mezquita almohade reorganizada su sala de oraciones litúrgicamente y dividida en capillas perimetrales (figura 1).

La capilla ocupó varios tramos de la nave de la quibla, justo en el eje de la sala de oraciones, usando como sacristía anexa el propio mihrab (Jiménez 2007,2:401-403). La planta del proyecto gótico iniciado en 1434 se ajustó al perímetro del edificio almohade, alineando su fachada meridional con el muro de la quibla, respetando la posición original de estos lugares devocionales que quedaron integrados posteriormente en las nuevas capillas que formaban su perímetro (Pinto 2009, 1061). La rápida evolución de la fábrica gótica permitió que esta capilla se cerrara en 1448, quedando fosilizada dentro de ella el pilar de la mezquita donde estaba pintada la Virgen de la Antigua (Jiménez 2006, 71). Esta imagen había

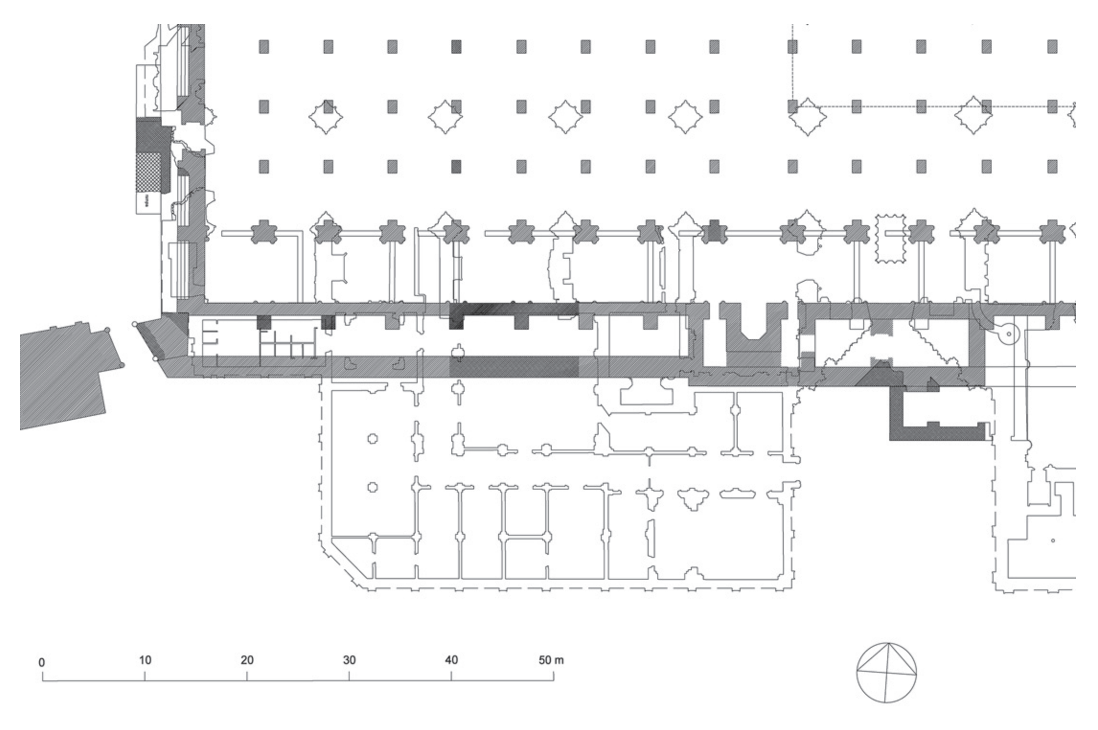


Figura 1
Ubicación de la capilla de la Antigua. Tramada la mezquita almohade superpuesta a la catedral gótica. Fragmento sur. (Autores: I. Pérez y A. Jiménez)

cosechado a lo largo de dos siglos un gran fervor popular y entre las más altas dignidades eclesiásticas, como fue el caso del cardenal Cervantes (Medianero 2008,57), hasta el punto de ser la única que aparece rotulada en la traza conservada de la catedral (Alonso y Jiménez 2009,36). Este prelado ocupó para su enterramiento la capilla gótica y su aledaña —actual de San Hermenegildo— conectándola a su residencia, ubicada en unas casas adosadas a su fachada sur. Estas edificaciones, de construcción muy humilde, reaprovechaban otras anteriores que levantadas entre el muro de la quibla y una muralla paralela que la separaba del Alcázar (Tabales y Jiménez 2002, 229).

La capilla resultado de la traza gótica duró pocos años con su configuración inicial, pues en 1486 el arzobispo Don Diego Hurtado de Mendoza tomará una de las dos capillas de Cervantes, la que conservaba la imagen de la Virgen, como lugar para su enterramiento, ordenando su ampliación (Recio 2000, 73-190). Las obras comenzaron en 1500 con la demolición de la capilla gótica original, las casas anexas a su fachada y una de las escaleras de los extremos del crucero sur, estando aún sin concluir a la muerte del arzobispo en 1502 (figura 2). Tres años más tarde el conde de Tendilla reordenó los trabajos que quedaban, al parecer sólo ornamentales, instando al maestro Alonso Rodríguez a que evitara todo aquello que pudiera considerarse obra «francisca, alemana o morisca», usando a cambio formas a lo romano (Jiménez 2013,292).

De este modo, parece que la capilla sufrió la depuración de la profusa decoración escultórica de sus paramentos, que a tenor de los restos conservados[2] pudo ser semejante a las existentes en el hastial del brazo norte del crucero o la decoración de los paneles de respaldo de los sitiales del coro, ejecutadas por esas mismas fechas[3] (figura 3). El resultado fue un complejo espacio asimétrico que contenía un enterramiento con formas a lo romano, un trozo de pilar almohade con la pintura mural de la Virgen de la

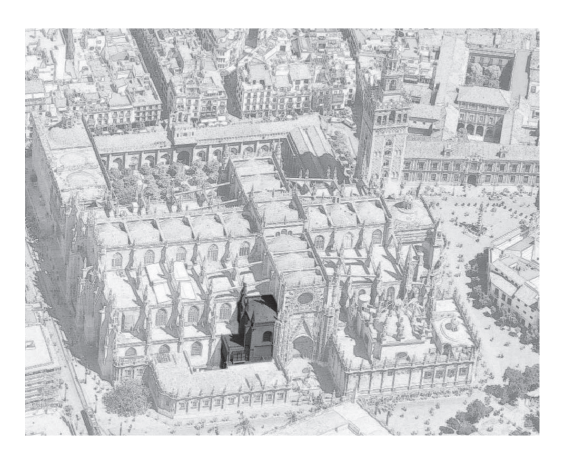


Figura 2
Vista aérea exterior de la ampliación de la capilla de Nuestra Señora de la Antigua. (Imagen de los autores 2015)

Antigua protegida por un tabernáculo gótico, una tribuna volada y numerosos exvotos. Esta asimetría sería corregido en 1578 al trasladar el pilar con la imagen al muro de fondo de la capilla para integrarlo en un altar (Morgado [1587] 2007,60; Ortiz [1795] 1988,4-84).

Al estar la bóveda en malas condiciones en 1703, el cabildo encargó un informe el maestro Leonardo de Figueroa sobre su estado y remedio. Pero no llegó a restaurarse hasta 1734, cuando se documenta una nueva e importante reforma patrocinada por el arzobispo Don Luis de Salcedo y Azcona, para instalar allí su



Figura 3
Ortofoto de la parte superior del paramento oeste de la capilla indicando con una trama los restos de decoración pétrea registrados en 1989. (Imagen de los autores 2015)



Figura 4
Vista interior de la capilla actual resultado de la reforma de 1734 y la restauración de 1889. (Foto de los autores)

enterramiento, con un nuevo criterio estético que perseguía configurar un espacio absolutamente simétrico siguiendo pautas barrocas y neoclásicas, ocupando totalmente las superficies libres con pinturas murales de trampantojos, cuadros y otros enseres (Carrillo y Aguilar 1738, 40; Falcón 1980,64) (figura 4).

A la vez que se reformaba la capilla, las casas anexas en su exterior se mantuvieron con diversos usos hasta que fueron demolidas en 1798 a causa de la renovación urbana de esta parte de la ciudad. Este impulso renovador fue seguido por el cabildo reformando paulatinamente todo este lado meridional de la catedral, sustituyendo las precarias construcciones adosadas por edificaciones más dignas y modernas dedicadas a estancias capitulares, oficios, salas de rentas y cillas (Hernández 1993; Jiménez y Pinto 2003, Recio 1999; Pinto 2014). Todos estos cambios afectarán de nuevo a la capilla de la Antigua y su sacristía, vinculadas constructivamente a las edificaciones que, en primera línea, seguían adosadas a la muralla almohade.

La última reforma importante se produjo tras un incendio en la capilla en 1889, cuando estaba usándose como almacén de maderas de la obra de restauración del cimborrio colapsado un año antes. Al quedar los revestimientos muy afectados la restauración cubrió todas las pinturas reduciendo el impacto barroco de los ornamentos murales y devolviendo el protagonismo a la bóveda. Pero la transformación pudo haber sido mucho más contundente si Adolfo Fernández Casanova hubiese llevado a cabo su proyecto para la terminación de la portada sur de la cate-

dral presentado al cabildo en 1885, donde proponía desmontar la capilla porque «Esta malhadada reforma, hecha indudablemente después de erigidas las principales fábricas del Templo, según lo atestigua la estructura de la bóveda que la cubre, no sólo ha venido a romper las trazas generales de la construcción sino, lo que es aún peor, ha sido erigida en las más deplorables condiciones estáticas» (González 1994, 211). La reforma consistía en retranquear la fachada sur de la capilla dejando espacio para rehacer así el estribo suroeste de la portada a cuyo debilitamiento atribuía el origen de muchas de las grietas que había restaurado en años anteriores. La caída del cimborrio frustró sus planes, razón por la que conservamos hoy día un espacio que aún suscita admiración por sus proporciones y la originalidad de su bóveda, aunque no pueda advertirse a simple vista las numerosas reformas y acontecimientos encadenados que hemos relatado, ni las decisiones constructivas adoptadas que se desglosaran a continuación, aunque antes nos detengamos a exponer el método de trabajo aplicado para ello.

Metodología de trabajo

La elaboración en curso de un modelo de conocimiento, gestión e intervención sobre el edificio de la Capilla de la Antigua está posibilitando la obtención de imágenes analíticas que aclaran algunas dudas sobre determinadas transformaciones. Dicho modelo está basado en las posibilidades que ofrecen los sistemas BIM (Building Information Modeling) a la hora de confeccionar modelos 3D virtuales basados en elementos constructivos susceptibles de contener información de muy diversa naturaleza (material, cronológica, documental, etc.), vinculados a su vez a bases de datos manipulables de forma externa. Con el objetivo de que dicho modelo sea una herramienta útil para el desarrollo de análisis constructivos, su elaboración parte de la premisa de que sus características métricas y formales respondan de forma fidedigna a la realidad del edificio. Así, se están utilizando como base para su modelización los datos obtenidos mediante técnicas de levantamiento de alta precisión y captura masiva de datos, como son la fotogrametría y escáner láser. El modelo del edificio puede tener la consideración de una base de datos: es un contenedor de información gráfica y alfanumérica capaz de responder de forma precisa (si la información introducida es correcta) a las consultas que se le planteen. La ventaja sobre una base de datos al uso es la posibilidad de que la respuesta sea una imagen que facilita la comprensión de situaciones que se superponen o anulan en el tiempo.

Estas imágenes pueden además responder a los modos de hacer de cada época, permitiendo la generación de proyecciones ortogonales, axonometrías, secciones de detalle, etc., además de incorporar recursos gráficos como la transparencia, el color y la luz/sombra, posibilitan la fusión de forma conjunta de zonas del edificio que se han conservado y las que se han perdido, perceptibles por las discontinuidades de las fábricas, pudiendo evaluar las variaciones formales o los desajustes respecto del modelo teórico. Esto es, pretender poner de relieve la necesidad de pensar estos edificios como el resultado acumulativo de soluciones, ayudar a su mejor valoración patrimonial, pero también a mejorar su análisis estructural, constructivo, geométrico y espacial.

Particularidades del proceso constructivo. Algunos resultados del análisis.

Las medidas de la capilla y los cimientos almohades

La ampliación de la capilla responde a dos consideraciones simultáneas: por un lado la decisión proyectiva de aumentar su tamaño ajustando el nuevo espacio a un sistema de proporciones; por otro el condicionante constructivo de una estructura gótica previa y una potente cimentación y muros heredados de la antigua mezquita. La primera de ellas es una operación intelectual cuya lógica se mueve en el plano sintáctico, es decir, del montaje de los elementos y la regulación de sus relaciones (Martí 2005, 50), en este caso impuesta por la decisión de igualar la capilla en altura a las naves laterales, ajustar el ancho a los tramos de éstas y en profundidad conseguir una proporción sesquitercia (razón 4:3).

Esta condición proyectiva estaba a su vez afectada por el segundo condicionante: aprovechar los restos de una potente cimentación almohade documentada en las excavaciones arqueológicas del patio anexo a la actual sacristía (Tabales y Jiménez 2003) y en el atrio de la portada sur del crucero (Rodríguez et all

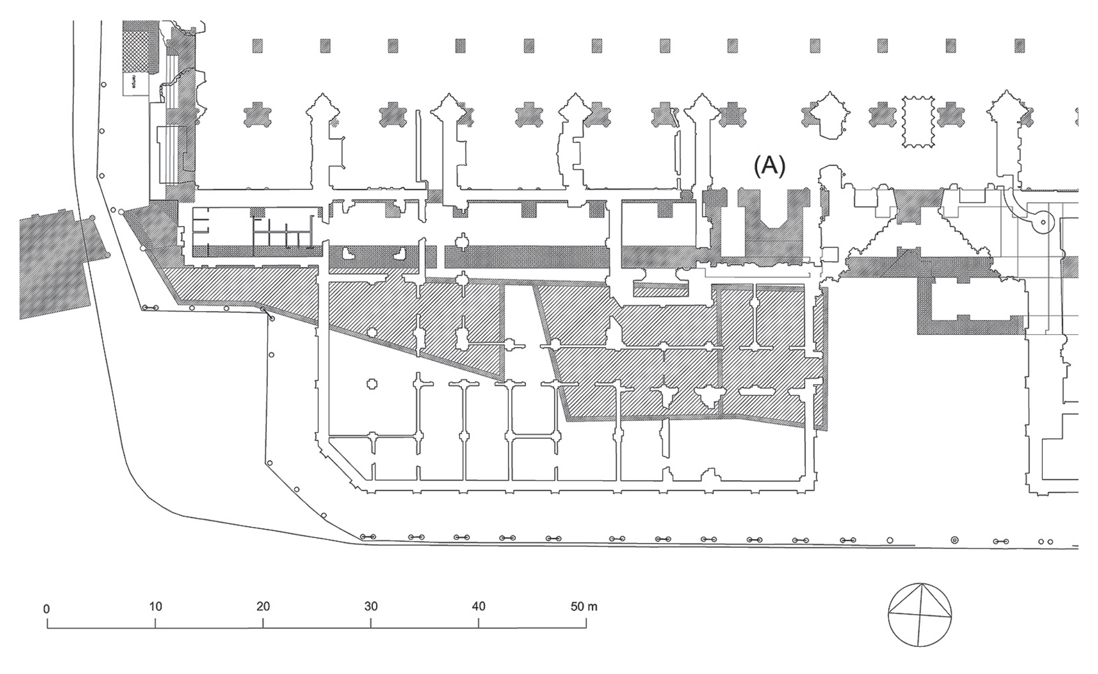


Figura 5
Planta del estado de la capilla antes de la ampliación con los restos de la muralla almohade y las construcciones anexas. (Dibujo J.M. Guerrero)

1993, 721-726). Este cimiento paralelo a la quibla tenía una doble misión, servir de sustento a la muralla que separaba alcázar y mezquita, y contener la diferencia de tres metros entre la nivelación del edificio y el terreno previo que descendía hacia el sur de la ciudad[4] (figura 5). La potencia de tal cimentación animó a avanzar la capilla sobre él, ajustándose al máximo para conseguir la proporción deseada.

El estribo ausente en la sacristía

A raíz de las descripciones de esta zona sur de la catedral, se constata que la muralla paralela a la quibla fue demolida a medida que se concluían las partes más externas del edificio como los hastiales de la portada meridional (1498), se levantaban nuevos anexos como la capilla y sacristía de la Antigua (1500), la sacristía de los cálices (1507), y otras estancias capitulares (1535) (figura 6). El resto del muro desde la sacristía de la Antigua hasta el arquillo de San Miguel coexistió durante tres siglos con la capilla y su sacristía, formando una fachada que quedaba oculta por casas anexas (Hernández 1993,124). Esta prolongada coexistencia explica la ausencia de un estribo hacia el oeste en la esquina más exterior de la sacristía, necesario si consideramos que disponía de dos plantas, cubiertas además con bóvedas rebajadas. La conclusión del pabellón de oficinas y cillas que sustituyó todo éste ángulo de casas e introdujo un patio cuyas fachadas se superpusieron a la de la sacristía, aprovechando la ausencia de este estribo para relabrar los arcos del patio sobre su paramento oeste.

La construcción de la ampliación

Dos recientes estudios estratigráficos han desvelado distintas interfaces constructivas que facilitan el análisis de las decisiones constructivas tomadas para la ampliación de la capilla (Guerrero y Jiménez 2013; Mora y Guerrero 2015). Algunas de estas uniones ya fueron descritas en un informe emitido por el maes-

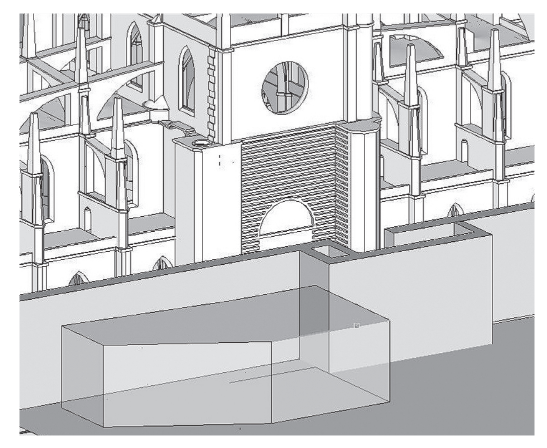


Figura 6
Reconstrucción de la zona meridional de la catedral al inicio de la reforma de la capilla y sacristía de la Antigua con la permanencia de la muralla almohade. 1500-1502 (Imagen de los autores)



Figura 7
Estribo construido sobre el relleno de la bóveda de la capilla de la Antigua. Fotografía de la restauración realizada en 1989. (Autores)

tro Alonso Rodríguez en 1513 tras la caída del cimborrio «… e en la capilla del antigua esta otra quebradura de cómo se juntó lo nuevo con lo viejo» (Jiménez y Gómez 1999,109), dando a entender la forma en que se realizó la ampliación. Estas uniones se perciben aún con claridad al estar los elementos previos a la vista desde el exterior, lo que explicaría en cierta medida la opinión negativa vertida sobre esta reforma por Fernández Casanova.

Las razones de esta falta de interés por acabar el exterior puede deberse a la consideración de trasera de este lado meridional del edificio gótico, percepción hoy perdida. Pero también al estado inacabado en el que se hallaba la catedral en esos momentos, pues quedaba por levantar el cimborrio y la bóveda más extrema del crucero, justo al lado de la capilla (Guerrero 2013, 61-67). Esto explica cómo se pudo proceder a la demolición del macizo de la escalera sin riesgo para el resto del edificio, y también cómo el pináculo que lo sustituye se ejecutó posterior a la capilla, directamente sobre el relleno de la bóveda, como un mero elemento formal que daba respuesta a la asimetría generada en la fachada sur del crucero (figura 7).

Por el contrario, se respetaron íntegramente el muro, arbotante y botarel entre las capillas meridionales, al ser imprescindibles para contrarrestar las bóvedas de los tramos de la nave. De estos elementos sólo se desmontaron las terminaciones de sus frentes para que en 1502 se «… acaben la pared que esta a la parte // de la sacristia segun que va comenzada e de la misma obra que va principiada/ hasta dar el altar» (Recio 2000, 73-190; Jiménez 2013:292). Con tal fin se macizaron con fábrica de sillares «de la misma obra que va principiada» los espacios bajo el arbotante y se cegó el pequeño hueco que permitía el paso entre las cubiertas de las capillas. Del mismo modo, se cegaron hacia la capilla las grandes ventanas de la nave colateral que correspondía al tramo de la capilla[5] y también la del crucero reforzando así todo el perímetro existente. Con estos cegados se emprendieron las demoliciones de la capilla original y la escalera, a la vez que se construían los nuevos muros sobre los cimientos almohades.

Pero si la sacristía y su estancia alta servían de elementos de contrarresto a la nueva capilla hasta la mitad de su altura, a partir de este nivel quedaba la capilla sin auxilio para recibir la nueva bóveda, por lo que fue preciso construir un estribo en dirección oeste injertado en el botarel original (figura 8).



Figura 8
Reconstrucción de la zona meridional de la catedral al cierre de la reforma de la capilla y sacristía de la Antigua entre 1502-1505. (Autores)

Los estrechos nervios de la bóveda de terceletes enlazados

La bóveda que cierra el espacio ha recibido la atención de varios trabajos que coinciden en destacar su excepcionalidad dentro de la fábrica hispalense, y su relación con otros modelos foráneos coetáneos (Gómez 1998, 87-88; Martín et al 2012). Se ha especulado con Simón de Colonia como autor de las maquetas o dibujos que fueron mostradas por el arzobispo al maestro mayor para «que se cierre la obra de la dicha capilla mayor/ conforme a una muestra que nos tenemos y ha visto el maestro mayor/ de obras de la dicha nuestra Santa Yglesia». Alonso Rodríguez, maestro mayor por entonces, cerró en 1504 la capilla sobre el altar Mayor de la catedral y fue el encargado de concluir lo que restaba del centro de la fábrica hasta colocar en 1506 la piedra postrera o clave del cimborrio, siguiendo trazas que igualmente se atribuyen a Simón de Colonia. Lo más lógico es que la dirección conjunta de tantas partes del edificio implicaría una cierta unidad formal, esto es, una idea de proyecto, en el que se utilizarían parecidos recursos formales y constructivos.

Si consideramos las operaciones expuestas anteriormente detectaremos algunas particularidades de la bóveda. Por ejemplo, el perímetro mural formado por fragmentos acoplados, quedaban sin posibilidad de contrarresto en el lado sur y oeste. Esto pudo condicionar el diseño de la bóveda y recomendar que no centraran los empujes en las esquinas, sino repartidos todo lo posible para aliviar las cargas en los puntos donde se producían estas unión entre lo nuevo y lo viejo. Visualmente esto podría estar relacionado también con la posición de las ménsulas, llevadas a las partes más altas de los formeros contradiciendo su dis-

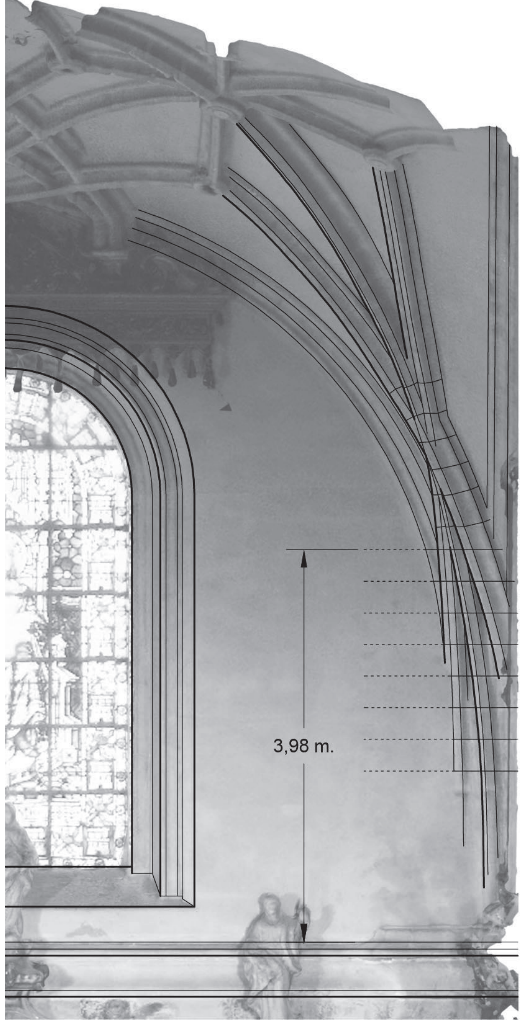


Figura 9
Despiece en hiladas horizontales de los enjarjes antes de llegar al cruce de los nervios. Ortofotografía del paramento sur a partir de una malla generada con la nube de puntos y texturizada por fotogrametría. (Autores)

posición habitual en los rincones, donde desaparecen para plantear una fusión de los nervios directamente sobre el paramento. A través del levantamiento observamos como en estos puntos de esquina las hiladas horizontales de los enjarjes adquieren una altura considerable, formando ménsulas que reparten la entrega en el muro en tres puntos diferentes, desplazando el encuentro de los nervios al interior del espacio (figura 9). Una solución que merecería un estudio detallado.

A nivel compositivo esta interpretación constructiva de la bóveda sería una alternativa a la vocación centralizadora de las capillas funerarias, recurriendo a tramas de terceletes tan características en la tradición germana (Gómez 1998,88). Sin embargo, esto no explica la diferencia entre los nervios usados en esta bóveda y la que estaba construyendo simultáneamente el mismo maestro sobre la capilla Mayor de la catedral, única que ha sobrevivido a las dos caídas del cimborrio. Si compararemos la sección de los nervios de ambas bóvedas, observamos que la parte visible del perfil en los nervios de la Antigua es el mismo, aunque la sección es mucho menor, tanto que resulta inadecuada a la proporción que suelen tener respecto a la luz de los arcos.[6]

La explicación a este desajuste parece estar en la reforma sufrida en 1734, resultante del ambicioso programa ornamental que patrocinó el arzobispo Salcedo y Azcona, llevada a cabo por el arquitecto Diego Antonio Díaz. Lejos de sustituir la bóveda (Falcón 1980,64), se procedió a una compleja operación perfectamente descrita en dos documentos conocidos. El primero, es el contrato firmado por el maestro Antonio Díaz (Sancho 1931, VII, 84), donde «… por la presente me obligo de haser y fabricar de nuevo la bobeda tabicada en la capilla nuestra Señora de la Antigua esto es todos los ynterbalos que ay entre la cruceria hasiendola que es por la mitad de lo alto de los huecos que causan los arcos de la cruseria con ladrillos y yeso haciéndole sus embocaduras en ellos para para que esferalmente sujetandose al corte de dicha bobeda quede encajada en los dichos arcos dexando visible todos los perfiles y molduras de los dichos arcos cruzeros y la dicha vobeda a de quedar entallada con yeso prieto y enlusido con yeso blanco y por lo que toca a las molduras y perfiles de la dicha cruzeria enlusidos de yeso blanco dexandolo todo bien executado y perfectamente concluido y preparado según la disposición del pintor en quanto la preparacion de los enlusidos».

La operación consistió en tabicar con ladrillo los espacios de los plementos, respetando todos los nervios, cuya mitad cercana a la plementería quedaría oculta. El resto, bien entallado con yeso, recibiría una densa decoración pictórica[7] (figura 10).

El segundo documento termina de aclarar el origen de los problemas de la bóveda y el motivo de la operación descrita anteriormente, al indicar que además de la fortificación se pretendía preservar las pinturas creando una cámara entre la bóveda tabicada y la de piedra original (Carrillo y Aguilar 1738, 40)

> «la bobeda (…) compuefta de varios, y entretexidos aristones (…), los que fe fortificaron, y repararon de nuevo, por eftar en muchas partes remolidas las piedras, agregando para fu mayor fortificación entre los mismos ariftones una nueva bobeda de ladrillo, fugeta , y enlazada contra las mifmas pendientes de los ariftonados á diftancía de una tercia de la bobeda de piedra (de que es labrada toda la Capilla, como lo es la Iglefia) no folamente al fin de la mayor fortificación, fino por la prefervacion del adorno de pintura, y dorado, de que fe havia de adornar».

Si aplicamos al nervio de la Antigua (b) la misma proporción respecto a la luz del arco de la capilla Mayor (a), y ocultamos la mitad de su grosor, el resultado es el que hoy vemos. Si a este espesor oculto le sustraemos una tercia o un pie para la cámara des-

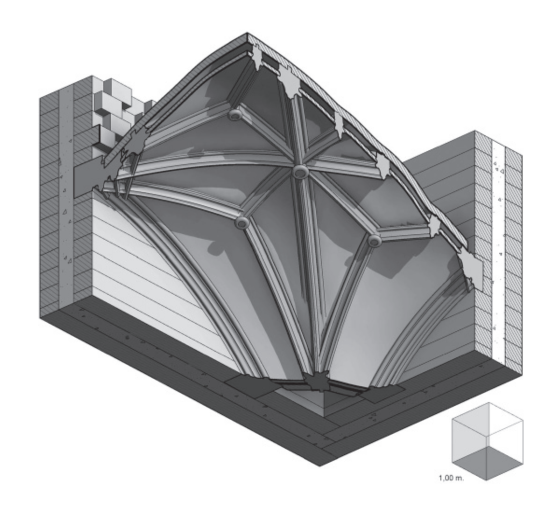


Figura 10
Descripción de un fragmento de la bóveda donde se aprecia la operación realizada en 1734. Axonometría obtenida del modelo digital de la capilla. (Autores)

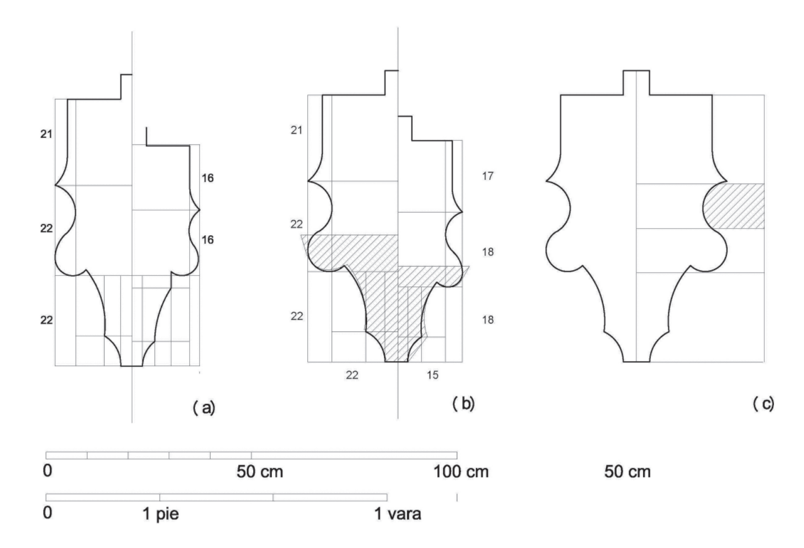


Figura 11
Comparación de los nervios (a) de la bóveda de la capilla Mayor y (b) de la Antigua donde la zona rallada es la que podemos observar actualmente. (Autores)

crita en el segundo documento, nos arroja un espesor de unos 10 centímetros para el refuerzo de ladrillo (c) (figura 11).

Entendemos que con los indicios expuestos (a falta de catas de prospección que lo puedan confirmar) los nervios tuvieron una dimensión respecto a la luz del arco semejante al de la capilla Mayor del mismo autor y fecha (c) y (d), y probablemente sus plementos de piedra estuvieran decorados también con caireles, lo que pudo animar a ocultarlos para facilitar la decoración pictórica (figura 12). El uso del ladrillo para plementos combinados con nervios de piedra fue una tradición existente al inicio de las fábricas góticas en el ámbito hispalense, y volvió a tomar auge en el s. XVIII por razones de economía y eficacia constructiva, siendo recomendado también por diversos tratadistas.[8]

Algunas reflexiones a modo de conclusión

Como se puede comprobar, el resultado final de este espacio no podemos valorarlo como una pieza autónoma e indiferenciada, sino como resultado de su interacción con las circunstancias mismas que se suceden en el tiempo, verdadero actor del resultado final. A las razones compositivas e influencias de otros modelos coetáneos, debemos sumar la propia sucesión de acontecimientos y contingencias locales, que lejos de ser circunstanciales, tensionan los modelos teóricos, determinan su especificidad y explican su estado actual.

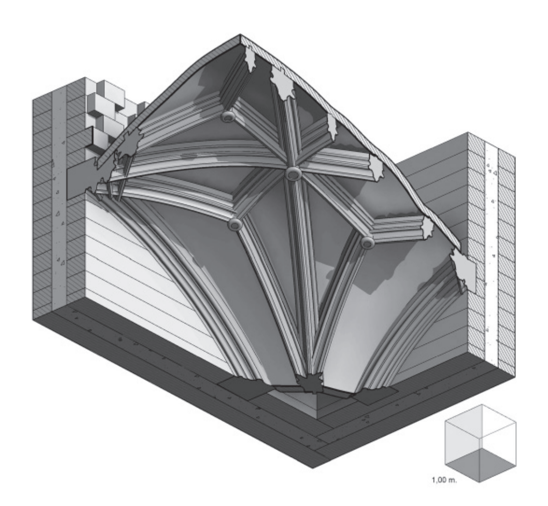


Figura 12
Estado de la bóveda original, antes de la intervención barroca. (Autores)

Podemos también concluir de este análisis que la operación arquitectónica patrocinada por Diego Hurtado de Mendoza estaba mucho más cercana y acorde a lo que se estaba operando en el centro mismo de la catedral, en ornamento y construcción hasta el punto de hacernos ver que el objetivo de magnificencia característico del tardogótico alcanzó unas cotas mucho mayores de lo que hoy podemos apreciar debido a la caída del cimborrio, a los filtros renacentistas, barrocos e historicistas, alumbrados en cada momento por el espíritu de cada época.

Notas

1. Este trabajo forma parte del proyecto HAR2012-34571 financiado por el MEC en el que participan sus autores.
2. Estos restos pudieron observarse durante la restauración llevada a cabo entre 1988 y 1990, formada por círculos pétreos tangentes y gabletes de grandes dimensiones empotrados en los paramentos. Aún hoy se pueden percibir bajo los revestidos de algunas de sus paredes.
3. Las ornamentaciones suelen tener el mismo fundamento geométrico y trazas que los que encontramos en elementos mobiliarios en madera y en orfebrería. Al respecto (Gómez 1998,90; Pinto 2015).
4. El aspecto de estos dos muros paralelos debió ser muy parecido a la mezquita de Córdoba, donde se salva una altura ocupado por el sabat (Arévalo 2011,13).
5. Esta ventana se abrió posteriormente en la reforma barroca de 1734-38 según se cita en la crónica sobre el resultado de la obra (Carrillo y Aguilar 1738, 40).
6. Los nervios de la capilla mayor fueron medidos directamente sobre los andamios durante la restauración de 2013, mientras los de la Antigua se han obtenido a partir de la nube de puntos realizada del interior de la capilla, y comprobada la coincidencia en varias secciones alternativas.
7. Así se constata al realizar el modelado de la plementería mediante la generación de una superficie adaptada a la nube de puntos obtenida con estación laser. Dicha superficie sirve de base para el modelado de la plementería de la bóveda.
8. El maestro Diego Antonio Díaz tenía en su biblioteca «nuebe tomos en octabo de matematicas del Padre Tosca» (Sancho 1931, VII, 87), tratadista defensor de esta racionalidad constructiva.

Lista de referencias

Alonso Ruiz, B y A. Jiménez Martín. 2009. *La Traça de la Iglesia de Sevilla,* Sevilla.

Arévalo Rodríguez, F. 2011. «El amurallamiento externo de la mezquita aljama de Sevilla». *Actas del XVIII Aula Hernán Ruiz.* Catedral de Sevilla. Sevilla*,* 7-56.

Carrillo y Aguilar, A. 1738. *Noticia del origen de la milagrosa imagen de Nuestra Señora de la Antigua, de la Santa Metropolitana, y Patriarchal Iglesia de Sevilla, descripcion del nuevo adorno de su magnifica capilla, relacion de las solemnes fiestas, y celebre novenario para su estreno*, Sevilla.

Falcón Márquez, T. 1980. *La catedral de Sevilla. Estudio arquitectónico.* Diputación de Sevilla. Sevilla.

Hernández Nuñez, J.C. 1993. «La construcción de las dependencias catedralicias en el ángulo suroeste y su repercusión en el urbanismo sevillano». En *Revista Archivo Hispalense*, 233: 121-141.

Gómez Martínez, J. 1998. *El gótico español de la edad Moderna. Bóvedas de crucería.* Universidad de Valladolid.

González-Varas Ibañez, I. 1994. *La catedral de Sevilla (1881-1900) El debate sobre la restauración monumental,* Sevilla,

Jiménez Martín, A. 2006. «Las fechas de las formas» en *La catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*, Sevilla, 15-113.

Jiménez Martín, A. 2007. «Rarezas de la Capilla de la Antigua de la Catedral de Sevilla», en *La Piedra Postrera. V Centenario de la conclusión de la Catedral de Sevilla*, vol. 2. Sevilla, pp. 401-420.

Jiménez Martín, A. 2013. *Anatomía de la catedral de Sevilla.* Diputación de Sevilla. Sevilla.

Jiménez Martín, A y Gómez de Terreros, M.V. *El espíritu de las Antiguas fábricas.* Fidas. Sevilla.

Jiménez Martín, A. y Pinto Puerto, F. 2003. *Levantamiento y Análisis de Edificios.* Universidad de Sevilla. Sevilla.

Martí Aris, Carlos (2005) *La cimbra y el arco*. Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona.

Martín Talaverano, R. et al. 2012. «Late German Gothic Methods of Vault Design and Their Relationships with Spanish Ribbed Vaults», en *Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society*: *proceedings of the Fourth International Congress on Construction History, Paris, 3-7 July 2012*, tomo 3, Paris, , pp. 83-90.

Medianero Hernández, J.M. 2008, *Nuestra Señora de la Antigua.* Arte Hispalense. Diputación de Sevilla. Sevilla.

Mora Vicente, G. y Guerrero Vega, J.M. 2015. La capilla de Nuestra Señora de la Antigua de la Catedral de Sevilla en el tránsito al siglo XVI. Una aproximación desde el análisis constructivo estratigráfico y documental. *Sevilla 1513.* En prensa. Universidad de Sevilla y Cantabria.

Morgado [1587] 2007. *Historia de Sevilla, en la qual se contienen sus antigüedades, grandezas y cosas memorables.* Sevilla.

Ortiz de Zúñiga [1795] 1988. *Anales eclesiásticos y seculares de la muy Noble y Muy Leal Ciudad de Sevilla.* Madrid.

Pinto Puerto, F. 2009. «Los sistemas de control formal de la fábrica en el gótico: la manifestación de los primeros cambios en la traza de la catedral hispalense. 1433-1440». *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Valencia, pp.1061-70.

Pinto Puerto, F. 2013. «La Sacristía de los Cálices. Aportaciones desde el análisis de sus fábricas y los sistemas de control formal». *Actas del XX Aula Hernán Ruiz.* Catedral de Sevilla, Sevilla, pp. 165-233.

Recio Mir, A. 2000. «La llegada del Renacimiento a Sevilla: el proyecto del Cardenal Hurtado de Mendoza para la Capilla de la Antigua de la catedral». *Archivo Español de Arte*, 290: 182-190.

Rodríguez Guzman et allí. 1994. «Excavación arqueológica en la Puerta de San Cristóbal de la Catedral de Sevilla», en *Actas del IV Congreso de Arqueología Medieval Española*, tomo III, Alicante, pp. 721-727

Tabales Rodríguez, M.A y Jiménez Sancho, A. 2002. «La Cilla de la Catedral y el Sector Meridional de la Mezquita Aljama de Sevilla», en *Magna Hispalensis*. *Recuperación de la Aljama Almohade,* Sevilla, pp. 229-298.

Las viviendas de «quadra» en las colonias industriales textiles catalanas de la segunda mitad del s. XIX. Un tipo funcional y constructivo basado en las estructuras fabriles

Jordi Planelles Salvans
Mariona Genís Vinyals

Los sistemas constructivos hoy considerados tradicionales fueron la manera habitual de edificar durante un largo periodo de tiempo hasta que el cambio en las condiciones técnicas y sociales fue reduciendo su uso de forma progresiva.

A pesar de que su paso a un uso residual es bastante reciente, la velocidad e intensidad de los cambios experimentados en el mundo de la construcción desde entonces han hecho que se hayan olvidado buena parte de sus principios sustanciales por un buen número de los agentes implicados en la construcción.

Esta pérdida de conocimientos adquiridos conlleva que sea importante recuperar aquella documentación vinculada a los casos que, ya sea por su singularidad o –justamente al contrario– por su cotidianeidad, no se han recogido en los tratados constructivos.

El caso concreto de los edificios de viviendas de las colonias textiles de la segunda mitad del siglo XIX, marco en el que se inscribe este artículo y que coincide con el de inicio i esplendor de la construcción de las colonias industriales catalanas, se puede identificar como un caso singular. En un momento de apogeo constructivo, los maestros de obras construían los espacios fabriles y los de las viviendas de las colonias textiles utilizando las técnicas tradicionales a la manera habitual incorporando, de forma simultánea, la utilización de soluciones más innovadoras para encontrar tipos adaptados a las nuevas demandas técnicas y sociales fruto de la incipiente industrialización. Este periodo duró hasta que, a principios del siglo XX, los arquitectos, concentrados hasta entonces en proyectos de mayor representatividad, empiezan a asumir este tipo de proyectos.

Esta ponencia tiene como objetivo principal el análisis de las soluciones técnicas más singulares aplicadas a los distintos tipos de edificios plurifamiliares de vivienda y determinar las relaciones que existen con las soluciones propias de las tipologías fabriles de las mismas colonias.

Contexto y antecedentes

Ámbito temporal y geográfico

Las leyes sobre las colonias[1] 1855, 1866 y 1868 y la del uso de las aguas de 1866, fueron el detonante que favoreció el establecimiento de las colonias textiles en los cauces de los ríos catalanes durante la segunda mitad del siglo XIX. La mayor parte de estas construcciones fueron construidas en un periodo no más largo de 50 años, el que va des de 1955 hasta principios del siglo XX y alrededor de las cuencas de los ríos de la Catalunya Central: el Llobregat y el Ter. Este periodo y ámbito geográfico es pues el considerado relevante tanto por su concentración temporal como por su intensidad constructiva.

La investigación que se está llevando a cabo para analizar estos sistemas y técnicas constructivas más singulares de las viviendas de las colonias industriales abarca 33[2] de las 72[3] colonias textiles de las cuencas de los ríos Llobregat y Ter durante el periodo in-

dicado, que coincide con el máximo esplendor a nivel de desarrollo social y económico.

El criterio para seleccionar estas 33 colonias para el estudio se ha basado en que todas ellas pertenecen al ámbito de la producción textil, fueron construidas entre 1850 y 1900, y sus edificios fabriles principales han sido estudiados a nivel técnico-constructivo.[4]

Las colonias industriales: tres fases, tres crisis, tres momentos

El desarrollo e implantación de las colonias, según varios autores (Clua i Mercadal 1992), se lleva a cabo en tres fases. La inicial tiene lugar entre 1855 y 1860. La fase de consolidación y madurez se desarrolla entre 1870 y 1875, mientras que la fase final se considera a partir de 1889.

Por otro lado, otro eje cronológico se debe considerar en el ámbito de las colonias Industriales, es el de los movimientos obreros. Los tres conflictos que influyeron en el periodo temporal investigado son las huelgas de las *selfactinas* entre 1854 y 1855, la huelga general y los conflictos de 1873 y los conflictos obreros de la denominada *horda terrorista* de la última década del siglo XIX.

Tal y como se puede apreciar estos conflictos obreros coinciden con el desarrollo de las fases iniciales y de madurez anteriormente descritas. En las colonias, la estructura social, los privilegios establecidos por las distintas leyes y la distancia, entre 1 y 7 km respecto los núcleos urbanos, estas sublevaciones obreras no tenían espacio para desarrollarse con la contundencia de las urbes.

Es importante destacar que esta falta de espacio para las sublevaciones no está sólo relacionada con las condiciones físicas y normativas sino también por las características socio económicas, algunas de las cuales se definen a continuación.

Las características socio económicas de las colonias industriales

Los estudios antropológicos, sociológicos y geográficos coinciden en que, aunque las colonias industriales se desarrollaron siguiendo tipos muy diversos, existen, lógicamente, algunos rasgos comunes entre ellas.

Son espacios comunitarios, constituidos por edificios de producción, edificios fabriles, talleres, oficinas, etc. Espacios de residencia y servicios, que configuran las colonias obreras propiamente y en los que conviven las viviendas clasificadas jerárquicamente con los equipamientos y los edificios de dominio o simbólicos.

Estos últimos: iglesias, casas del propietario, murallas, etc. tienen especial relevancia en los periodos de sublevación, puesto que ejercen, además de su función, una presión simbólica y protectora que incide en la moral de los trabajadores.

Las características funcionales y constructivas de los edificios fabriles de las colonias industriales

Existen diversos estudios que describen la clasificación de los edificios fabriles en las colonias industriales en Catalunya,[5] pero en relación a sus características funcionales y constructivas, la tesis doctoral de Ramón Gumà y Esteve, ya citada en este artículo, es la que permite, sin duda, una aproximación más completa y detallada. La visión sintética de este documento con las aportaciones complementarias de algunos estudios posteriores[6] se sintetizan en el siguiente cuadro con el objetivo de permitir una visión comparativa entre estos edificios fabriles y los de vivienda, que se describen posteriormente y que son objeto del presente artículo.

El tipo vivienda en las colonias industriales

Si en el tipo de las edificaciones fabriles dentro de las colonias industriales catalanas existen diversos estudios, en al ámbito de la vivienda se puede afirmar que el estudio del tipo no ha avanzado desde que Rosa Serra expuso que «la vivienda obrera es, en el contexto de las colonias industriales, todavía un tema pendiente de valorización y por esta razón, es el patrimonio más vulnerable, con más peligro de desaparición» (Serra 2000). De hecho son varios los autores que hacen referencia a las viviendas como el tipo edificatorio menos estudiado de las colonias industriales y existe acuerdo sobre la necesidad de realizar el máximo número posible de estudios des de distintos ángulos, entre ellos, el técnico constructivo.

Periodo	Tipos edificatorios Predominantes[7]	Características tipológicas principales	
De 1860 a finales de 1890	A1. Edificio fabril de más de una planta con pilares	Plantas:	3
		Crujías:	3
		Luces entre jácenas:	5,80 - 7,00 m
		Luces entre crujías:	3,10 - 3,60
		Proporción retícula estructural	2/1
		Pilares	Hierro colado
		Jácenas	De madera (primer periodo) y de acero (en periodos posteriores).
		Forjados	Bóvedas tabicadas atirantadas
		Estructuras de cubierta	Pilares y caballos Pilares y cerchas
	B1. Edificio fabril de una sola planta con pilares	Plantas:	1
		Crujías:	3 - 4 en jácenas y 2 en cerchas
		Luces entre jácenas:	6,25 - 7,20
		Luces entre crujías:	3,00 - 3,70
		Luces entre cerchas	8,00 - 12,00
		Proporción retícula estructural	2/1
		Pilares	Hierro colado
		Jácenas	---
		Forjados	---
		Estructuras de cubierta	Proporción retícula: 3/1 - 4/1.
	B2. Edificio fabril de una sola planta sin pilares	Uniformidad de soluciones constructivas Variedad dimensional Luces entre cerchas entre 7,50 y 16,00 m.	
	C. Edificio fabril de una sola planta con una retícula de pilares	Plantas:	1
		Crujías:	
		Luces entre jácenas	4,00-10,00
		Proporción retícula estructural:	Muy variadas, entre 1/1 y 3/1
		Estructuras de cubierta	Muy variadas: cerchas en diente de sierra, distintos tipos de arcos y bóvedas, vigas de celosía, etc.

Tabla 1
Síntesis de las principales características tipológicas y constructivas de los edificios textiles catalanes según periodo. Autor: Jordi Planelles Salvans.

	Tipo	Casos singulares
Edificios unifamiliares	Vivienda aislada	*Torre de l'Amo*
	Viviendas pareadas	
	Viviendas en hilera	
Edificio plurifamiliar	Viviendas independientes arriba y abajo	
	Con escalera y rellano	
	Con escalera y galería	*Casa de Quadra*

Tabla 2
Tipos de viviendas identificados en las colonias textiles catalanas. Autor: Jordi Planelles Salvans.

Los edificios de viviendas de las colonias industriales, y en concreto del textil catalán, han estado pues, muy poco estudiados. Las aportaciones sobre este particular están hechas de forma complementaria a otras investigaciones, en su mayor número vinculadas a la antropología o al ámbito socio económico y, a nivel arquitectónico, se limitan principalmente a aproximaciones, cuando no simples enumeraciones de su tipología edificatoria, que dan una primera idea de la diversidad de soluciones pero que no pretenden ser exhaustivas.

La siguiente tabla presenta el resumen de las distintas tipologías de viviendas de las colonias textiles catalanas:

Los factores que influyen en el momento de condicionar el tipo residencial escogido son de carácter muy diverso. A continuación se destacan los que resultan más relevantes.

Por una parte, la vivienda es un indicador del estatus dentro de la colonia, este factor es influyente a nivel de tipo edificatorio y conlleva que la *Torre del Amo,* o casa principal del empresario, sea claramente distinguible del resto de viviendas o que se establezca una jerarquía edificatoria entre las viviendas en función del rango del usuario de las mismas.

Por otro lado, el entorno natural y aislado influye de forma clara en la reducción o modificación de los condicionantes estéticos, geométricos, técnicos, etc. frente a los que serían habituales en un entorno urbano consolidado. Este aspecto se considera directamente vinculado a la mayor libertad funcional y de distribución de las viviendas debido a que no existe un entorno inmediato de edificios con los que dialogar compositivamente, ni limitaciones espaciales urbanas como calles o entornos urbanizados.

Además el hecho de que las viviendas no sean parte principal de las colonias, sino elementos complementarios a los edificios industriales, comportaba que los proyectos técnicos se desarrollaran inicialmente bajo la responsabilidad de maestros de obra e ingenieros industriales que, en muchos de los casos, eran los mismos que habían desarrollado el proyecto de las naves industriales de las colonias en cuestión.

Incidirán también, en la definición de los edificios residenciales y de las propias viviendas, otros aspectos vinculados a las corrientes higienistas de la última mitad del siglo XIX, entre otros.

La suma de todos estos factores hace que exista una gran variedad de soluciones tipológicas y constructivas entre las viviendas de las distintas colonias e incluso entre las viviendas de una misma colonia.

Todos estos aspectos conllevan que en algunos casos, como se expondrá posteriormente en el artículo, las viviendas estén planteadas en base a soluciones innovadoras o, como mínimo, no directamente vinculadas a las tendencias funcionales y técnicas del contexto temporal de su tipología.

Edificios unifamiliares

Las viviendas unifamiliares se crean, de forma habitual, o bien para *el amo* o propietario de la fábrica o bien para los directivos o personalidades singulares de la sociedad que rodea la colonia, como puede ser la casa del médico.[7]

Existen pero, algunos ejemplos singulares donde la tipología de vivienda unifamiliar es también usada para la clase obrera. Es el caso de la colonia de l'Ametlla de Merola, la Colonia Güell o la colonia

Borgonyà, normalmente por una voluntad expresa de sus propietarios, vinculada a sus orígenes.

Las tipologías unifamiliares localizadas son las ya expuestas en la tabla 2: viviendas unifamiliares aisladas (destacando el caso singular de las *torres del Amo*), viviendas unifamiliares apareadas y viviendas unifamiliares en hilera.

Viviendas unifamiliares aisladas

Tipología utilizada principalmente para residencia, temporal o continua, de los propietarios de la colonia que suele seguir los cánones habituales del momento en el hecho tipológico y constructivo. Es interesante destacar que la concreción de dichos edificios nos suele mostrar de manera bastante clara el ideario del propietario de la colonia. La suntuosidad del edificio, su tamaño o su emplazamiento en lugares más o menos representativos, nos dan muestra del talante más o menos paternalista, impositivo, cercano, etc. que pretende mostrar y que imprime el carácter de cada colonia.

Casas unifamiliares apareadas

Este tipo de agrupación de viviendas por pares, se suele incorporar para viviendas para obreros de alto rango o personalidades singulares de la propia colonia. Un buen ejemplo son los chalets 6 y 7 de la colonia Borgonyà, edificación de dos viviendas apareadas situadas al inicio de la zona industrial, que inicialmente eran residencia de los dos encargados principales de las fábricas i que pasaron a convertirse en la residencia i el consultorio médico en años posteriores.

Casas unifamiliares en hilera

Las viviendas unifamiliares en hilera son una tipología no excesivamente extendida en estos conjuntos. Usadas como residencia de trabajadores, representan una mejora de ciertas condiciones de privacidad, disponibilidad de espacios exteriores vinculados a la propia vivienda del obrero. Tienen, como es lógico, unos costes iniciales superiores y un mayor dispendio de espacio que podría verse compensado por conseguir una mayor ligazón del obrero con la vivienda y, en consecuencia, con la colonia.

Edificios plurifamiliares

Los edificios plurifamiliares constituyen la principal manera de vivir que tienen los obreros en las colonias y son su expresión más representativa. Tanto su emplazamiento, como su organización y construcción, responden a una visión de máximo aprovechamiento de recursos y mínimo gasto, los mismos criterios que rigen la concepción de los edificios fabriles. Colonias como las de *Viladomiu Vell*, *Viladomiu Nou*, *Cal Marçal* o *Cal Vidal,* entre muchas otras, usan viviendas plurifamiliares para la residencia obrera.

Según Jordi Oliveras, «El análisis de las distribuciones de los espacios internos de las viviendas y su especialización conlleva a considerar como rasgo característico su finalidad de lugar para el descanso, alimentación y restablecimiento de las fuerzas físicas de los trabajadores. La preponderancia de dormitorios y cocina-comedor así como la ausencia de espacio para la sala o el recibidor permiten definir la vivienda como un elemento más dentro del proceso productivo».(Oliveras 2005)

Aunque esta eficiencia del uso de los recursos es evidente, también Jordi Oliveras, sostiene que las condiciones de habitabilidad de las mismas podrían estar ligeramente por encima de las condiciones de las viviendas obreras de la ciudad y citan entre otros, la posibilidad de tener ventilación cruzada, el hecho de disponer de comuna individual o la posibilidad de disfrutar de un entorno natural.

Los tipos principales de agrupación son tres, como ya se ha expuesto en la tabla 2, con pequeñas variantes sobre los mismos: los edificios con viviendas independientes arriba y abajo, los edificios de escalera y rellano, los edificios de escalera y galería.

Edificios plurifamiliares con viviendas independientes arriba y abajo

Estos edificios de viviendas a medio camión entre las viviendas en hilera y el bloque de pisos son denominados por algunos autores (Clua i Mercadal 1992) como edificio mixto, pueden ser entendidos como la densificación de la vivienda en hilera, de manera que



Figura 1
Cal Palà Vell. Edificios de viviendas de escalera y rellano. Autor: Jordi Planelles Salvans



Figura 2
Viladomiu Vell. Edificios de viviendas de escalera y Galería. Autor: Jordi Planelles Salvans

a una serie de viviendas de este tipo en planta baja se les añades una segunda hilera en planta primera con acceso con escalera independiente.

Su estructura constructiva mantiene los criterios de las casa en hilera por el hecho de ser una variable del mismo esquema organizativo. Su uso no es excesivamente frecuente de manera comparativa con las otras dos variantes de edificios plurifamiliares y solían estar reservados a trabajadores de rango medio.

Edificio plurifamiliar con escalera y rellano

Los edificios plurifamiliares con escalera y rellano son los más próximos a las configuraciones habituales de las ciudades, que han llegado como modelo más utilizado en el contexto actual. En la mayor parte de los casos se trata de viviendas de planta baja y dos plantas piso donde el rellano da acceso a dos viviendas por planta, una en cada lado. Las viviendas son pasantes ventilando en las dos fachadas longitudinales hecho que permite una doble orientación con la consecuente ventilación cruzada. También se caracterizan por tener una estructura que facilita la libertad de distribución de los espacios interiores al poder destinar las estancias privadas a las dos fachadas.

El esquema estructural habitual responde a estructuras de paredes de carga en las fachadas, medianeras y cajas de escalera; forjados de viguetas de madera y cubiertas de teja con falso techo de cañizo inferior.

Este es el caso de la *Plana*, *Cal Vidal* y algunos grupos de viviendas de *Viladomiu Nou*, por ejemplo.

Edificio plurifamiliar con escalera y galería

Este tipo de edificio es el que mejor representa la voluntad de optimizar los recursos y su relación directa con los criterios de producción fabril. Una sola escalera puede dar acceso a una gran cantidad de viviendas: hasta 23 en el caso de la colonia de *Viladomiu Nou.*

La escalera da acceso a una galería abierta que a su vez permite a los usuarios acceder a las distintas viviendas. Este hecho influye en la privacidad y las relaciones sociales de los obreros que habitan las viviendas puesto que abren parte de sus ventanas a la galería, fomentando el encuentro y las relaciones sociales. Este fomento de las relaciones sociales forma parte de las consignas de las colonias más paternalistas.

Habitualmente, el esquema estructural utiliza las paredes de la fachada y las separadoras entre las viviendas que forman el bloque como portante donde apoyar la estructura horizontal de viguetas y techo cerámico, ya sea de bóveda o tablero. Es el caso, por ejemplo de la colonia del *Guixaró,* de *Viladomiu Vell* y de Viladomiu Nou, por ejemplo.

Un caso singular. La vivienda de *quadra*

Si bien, buena parte de los edificios plurifamiliares de viviendas de las colonias industriales de este momento responden, tal y como se ha comentado, a blo-



Figura 3
Viladomiu Nou. Edificio de viviendas de escalera y rellano. Autor: Jordi Planelles Salvans



Figura 5
Viladomiu Nou. Interior vivienda 2. Autor: Jordi Planelles Salvans

ques longitudinales con estructura de paredes de carga, techos envigados y unas tres plantas de altura, podemos encontrar otras soluciones, algunas de ellas innovadoras para el momento, que se destacan y toman relevancia en la parte final del presente artículo.

Un hallazgo especialmente destacado, por su correspondencia directa con los sistemas constructivos de los edificios fabriles en el ámbito estudiado, es el uso, en algunos casos, de un esquema estructural de gran bóveda sobre elementos portantes extremo, es decir, el uso de bóvedas tabicadas sobre jácenas a dos lados principalmente en edificios de escalera y galería.



Figura 4
*Viladomiu Nou.*Interior vivienda 1. Autor: Jordi Planelles Salvans

Localizado actualmente en cinco de las treinta y tres colonias que forman parte del estudio, este rasgo se convierte en más singular cuando la estructura vertical de soporte deja de ser una pared de carga y es sustituida por unos pilares que soportan una jácena de acero que soporta, a su vez, la bóveda, dando lugar a una planta diáfana como si de una fábrica textil se tratara.

La solución para garantizar la estabilidad del empuje de las bóvedas se materializa mayoritariamente con tirantes de acero que unen las jácenas principales y la distribución interior queda resuelta mediante tabiquería simple.

La diferencia respecto a la aplicación de este esquema estructural de los edificios de viviendas respecto a los fabriles se encuentra principalmente en las dimensiones principales. Mientras que los edificios fabriles usan unas dimensiones habituales cercanas a 3 x 7 m (pensadas desde la optimización del funcionamiento del embarrado), los edificios de vi-

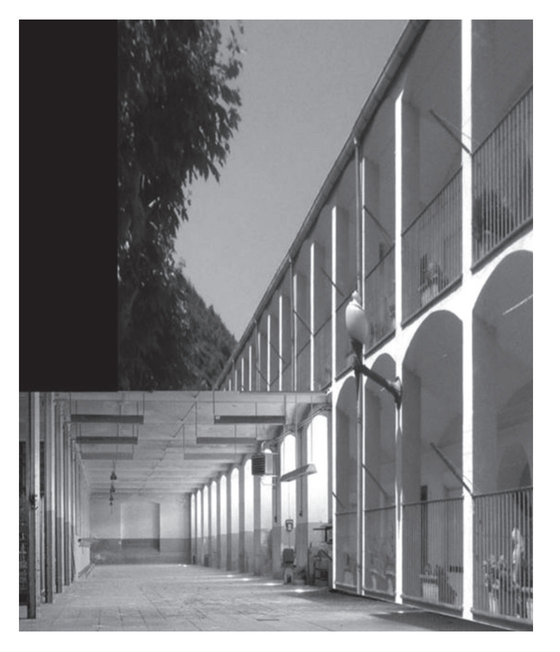


Figura 6
Fotomontaje relacionando la estructura de la fábrica con la estructura de las viviendas. Autor: Jordi Planelles Salvans

viendas realizadas con este esquema utilizan dimensiones variables según el caso, buscando la mejor adecuación a la distribución de las viviendas.

Por otro lado, los elementos verticales interiores, suelen realizarse con pilares de obra cerámica en lugar de los habituales de hierro colado que encontramos en las fábricas, pero la concepción general resulta la misma.

Conclusiones

De los datos recabados hasta el momento, podemos afirmar que en la resolución de los edificios residenciales plurifamiliares de las colonias industriales, se puede reconocer un tipo constructivo de especial singularidad y en estrecha relación con la concepción constructiva de las naves industriales.

Este tipo se caracteriza por un esquema estructural basado en muros perimetrales portantes y elementos estructurales horizontales de bóveda tabicada apoyada en jácenas de acero soportadas por pilares.

A pesar de que las distancias entre apoyos difieren de las que encontramos en los edificios fabriles, y de que los pilares se realizan, por lo que hemos podido encontrar hasta día de hoy, con material cerámico en lugar de hierro, el esquema se mantiene así como sus principales características. Estos esquemas, que son fundamentales en las fábricas porque permiten una *planta libre* afectada solo puntualmente por los pilares, facilitando la instalación de usos y maquinaria industriales, se repiten en las viviendas permitiendo resolver las distribuciones interiores con tabiquería y dotándolas de una gran flexibilidad distributiva y de modificación y adaptación.

La supervivencia de las viviendas obreras de este periodo está en debate por temas de muy diversa índole, entre los cuales, el posible desfase entre las necesidades distributivas y de espacio de las viviendas; la determinación de la facilidad de modificación de dichas condiciones basada en la inherente flexibilidad de la solución estructural construida podría facilitar su consolidación.

Notas

1. Ley general del agua de 1866, Ley de 21 de Noviembre de 1855 por la que se establecen colonias agrícolas o nuevas poblaciones para reducir a cultivo los terrenos baldíos y realengos del Estado y los particulares. Ley de 11 de julio de 1866 que dicta algunas disposiciones para el fomento de la población rural. Ley de 3 de junio de 1868 en la que se reúnen todas las disposiciones relativas al fomento de la agricultura y la población rural.
2. En la cuenca del Llobregat: Can Rosal (Berga, Avià i Olvan), La Plana (Avià), L'Ametlla de Casserres (Casserres), Can Bassacs (Gironella), Viladomiu Vell (Gironella), Viladominu Nou (Gironella), El Guixarò (Casseres), Colònia Pons (Puig-reig), Can Marçal (Puig-reig), Cal Vidal (Puig-reig), Colònia Manem o Cal Riera (Puig-reig), L'Atmella de Merola (Puig-reig), Colònia Soldevila o Sant Esteve (Balsareny), La Rabeia (Balsareny), El Molí o Cal Vinyes (Balsareny), Manufactures Berenguer o Cal Berenguer de Cabrianes (Sallent), La fàbrica del Pont de Cabrianes (Sallent), Colònia Burés (Castellbell i el Vilar), La Bauma (Castellebell i el Vilar)

   Fàbrica Borràs (Castellbell i el Vilar), Can Sedò o Colònia Sedò (Esparraguera), Can Bros (Martorell), Colònia Güell (Santa Coloma de Cervelló).

   En la cuenca del Cardener: Colònia Palà o Palà Vell (Navàs), Colònia Valls, Valls de Torroella o Palà nou

(Sant Mateu del Bages), Colònia Antius (Callús), El Cortès o can Cortès (Callús)

En la cuenca del Ter: Colònia Llaudet (Sant Joan de les Abadesses), Colònia Jordana, Can Jordana o Sorribes (Sant Joan de les Abadesses), Colònia Borgonyà (Sant Vicenç de Torelló), Colònia Ymbern o el Pelut (Orís), Colònia Vila-seca (Sant Vicenç de Torellò), Colònia Bonmatí (Sant Julià de Llor i Bonmatí)

3. Según el inventario existente más reciente «Este inventario reúne, por cuencas fluviales y por ríos un total de 72 colonias textiles: son, según nuestro criterio, las colonias textiles catalanas, siempre consideradas des de una perspectiva histórica» (Serra, Viladés, and Terradas Saborit 1987)
4. El estudio llevado a cabo por el arquitecto Ramón Gumà en su tesis doctoral (Gumà i Esteve 1997) analizó las principales tipologías y características constructivas de los edificios fabriles en los edificios textiles catalanes.
5 Una de las primeras referencias sobre la clasificación de las colonias textiles catalanas se encuentra en el libro Arquitectura Industrial a Catalunya: del 1732 al 1929 (Corredor-Matheos, Isern, and Montaner 1984) donde se realiza una clasificación tipológica inicial de las colonias y las fábricas de río que se toma como referencia en estudios posteriores.

El trabajo de Álvarez i Ricós (Álvarez Fornell and Ricós Comes 1994) describe en una primera aproximación de forma sintética y generalizad los sistemas constructivos de los edificios fabriles

6. Montserrat Muntadas (Muntadas i Casanova 1997),
7. Es el caso de la colonia industrial de Borgonyà en la que la casa del médico se realiza adosada a la consulta médica.

Lista de Referencias

Álvarez Fornell, Mònica, y Marta Ricós Comes. 1994. *Edificació industrial: estudi comparatiu d'edificis construïts per a la industria tèxtil.* Barcelona.

Clua i Mercadal, Jordi. 1992. «Les colonies industrials al Berguedà: estudi d'una transformació econòmica i urbana». *Treballs de La Societat Catalana de Geografia* VII (33-34): 145–170.

Corredor-Matheos, José, Jordi Isern, y Josep Maria Montaner. 1984. *Arquitectura Industrial a Catalunya: Del 1732 Al 1929*. Barcelona: C.G. Creaciones Gráficas.

Gumà i Esteve, Ramon. 1997. *Origen i evolució de les tipologies edificatòries característiques constructives dels edificis de la indústria tèxtil a Catalunya (Període 1818-1925).* Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya.

Martin-Retortillo. 1955. «La elaboración de la Ley de Aguas de 1866». *Revista de Administración Pública* (2): 11–54.

Muntadas i Casanova, Montserrat. 1997. *Colònies industrials del Ripollès: estudi arquitectònic i constructiu*. Girona: Diputació de Girona , Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Girona, Universitat de Girona (Departament d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció)

Oliveras, Jordi. 2005. «Arquitectura de la vivienda obrera En Las colonias industriales de Catalunya». *Colònies Industrials I Habitatge Obrer a La Península Ibèrica*.

Serra, Rosa. 2000. *Colònies Tèxtils de Catalunya*. Barcelona: Fundació Caixa de Manresa-Angle.

Serra, Rosa. 2011. «Les colonies industrials a Catalunya». *Catalan Historical Review* 4 (2011): 241–255. doi:10.2436/20.1000.01.53.

Serra, Rosa, Ramon Viladés, and Ignasi Terradas Saborit. 1987. *La Colònia Pons de Puig-Reig: 1875-1987*. Berga: L'Albí.

Tuñón de Lara, Manuel. 1977. *El movimiento obrero en la historia de España*. Madrid: Taurus.

Geometría y estabilidad de construcciones franciscanas del siglo XVI en el estado de Morelos. Casos de estudio: Temimilcingo, Las Bóvedas y Tlaquiltenango

Perla Sonia Posada Vique

Las primeras construcciones abovedadas fueron realizadas en territorio mexicano durante el siglo XVI, toda vez que fueron los edificios básicos creados para la conversión de los habitantes de la gran área cultural denominada Mesoamérica, emprendida por los frailes de las tres órdenes mendicantes que llegaron a la Nueva España: los franciscanos, dominicos y agustinos. Dichas obras se conservan en la actualidad, mostrándose como estructuras que han desafiado el paso del tiempo, y que, pese al embate de la construcción moderna, se niegan a perecer.

El estado de Morelos, fue la región preferida de Hernán Cortés, siendo ahí el lugar de su residencia; con su ayuda, los franciscanos realizaron en esa región algunas de sus primeras construcciones fuera de la ciudad de México. Construyeron en Cuernavaca, actual capital del estado, el quinto convento de la orden en la Nueva España (Mendieta 1869, 265), así como pequeñas capillas en diversos pueblos de visita, principalmente en la región poniente del estado.

Ante la falta de expertos en la construcción de sistemas abovedados durante los primeros años del periodo colonial, los frailes franciscanos debieron tener una participación importante en la edificación de las primitivas capillas con bóvedas. Del mismo modo, la experiencia en construcción detentada por los mesoamericanos, debió aprovecharse para ese fin, produciéndose así una tecnología constructiva integrada por dos tradiciones, la europea y la indígena. Esto puede evidenciarse en algunos edificios de la región analizada en este trabajo, sobre todo en la peculiaridad de sus formas constructivas, como se detallará más adelante. A través del estudio de tres edificios religiosos franciscanos en Morelos, ha sido posible la identificación de algunas características constructivas y estructurales de capillas y pasillos de claustros franciscanos en la región. Dicho estudio se basó en el análisis de sus etapas constructivas y en reglas geométricas de antiguos tratados de arquitectura para determinar las dimensiones de sus elementos estructurales.

Los franciscanos en Morelos

Los franciscanos inicialmente se establecieron en la Ciudad de México, de ahí pasaron a Tlaxcala, Texcoco y Huejotzingo; después, en 1525, llegaron a Cuernavaca, donde su convento fue cabecera de la región poniente del actual estado de Morelos. Estas comunidades formaron parte de su primera provincia conocida como «Santo Evangelio», la cual comprendía gran parte del territorio central del país y del sureste, incluyendo Morelos. Los principales establecimientos franciscanos en este estado, además de Cuernavaca, estuvieron en Jiutepec, Tlaquiltenango, Tlaltizapán y Xochitepec (Pérez 2007, 117; López 1994, 18). Los pueblos sujetos de estas comunidades prehispánicas continuaron sometidos a ellas, pero ahora como cabeceras virreinales (figura 1), es decir, pasaron a ser los pueblos de visita a los que acudían los frailes de los conventos ocasionalmente para dar los servicios religiosos a la población más alejada.



Figura 1
Reconstrucción político territorial del Morelos prehispánico (1519), modificado a partir de (Maldonado 2000, 50)



Figura 2
Mapa de ubicación de los tres casos de estudio en el estado de Morelos, elaboración propia

Los conjuntos conventuales morelenses fundados por los franciscanos en Cuernavaca, Jiutepec y Tlaquiltenango, cuentan con un atrio de grandes dimensiones además del convento y su templo; en el segundo de ellos el atrio es rectangular y se encuentra al frente del conjunto; en los otros dos, el atrio es de forma irregular y está ubicado a un costado de los edificios cerrados. Los dos primeros cuentan con una capilla abierta y los conventos son en los tres casos, de dos niveles con bóvedas de cañón y de viguería. Estos grandes conjuntos tenían a su cargo las capillas aquí estudiadas, mismas que aunque en menor escala contaban con los espacios que los conformaban (De Anda 2006, 80-3).

Descripción arquitectónica de los casos de estudio

Dos de los edificios estudiados en este trabajo se encuentran en el sur del estado de Morelos, en el municipio de Tlaquiltenango; y el tercero, en el de Tlaltizapan, un poco más al centro del estado (figura 2). Estas construcciones son conjuntos conventuales que constan de los elementos descritos en la sección anterior; uno de ellos tiene un gran atrio con su convento y su templo. Los dos conjuntos más primitivos también cuentan con atrio, pero sólo con un pequeño convento y su capilla; en particular, uno de ellos está asentado sobre un basamento prehispánico, sin embargo, su estado actual es totalmente ruinoso. A continuación se analizan solamente los sistemas abovedados y los apoyos de los pasillos de los claustros y de las pequeñas capillas; son descritos estos espacios arquitectónicos y se presentan algunos aspectos de la historia de su construcción.

Conjunto religioso de Las Bóvedas

Entre los pueblos que tributaban a Texcoco encontramos a Tlaquiltenango, comunidad de cierta relevancia que contaba con doce pueblos sujetos denominados «pueblos de los ríos» (García 1889,21), debido a su cercanía con los ríos Cuautla y Yautepec. La orden franciscana llegó a una de estas comunidades conocida como Las Bóvedas alrededor de 1528 y 1530 se sitúa el convento franciscano del mismo nombre, localizado al suroeste del municipio de Tlaquiltenango, en la loma de un cerro llamado El Palmar. El conjunto se encuentra sobre restos de construcciones prehispánicas que pudieron pertenecer a asentamientos

Tlahuicas (Ledesma 2012, 179-88). Aproximadamente a 50 metros al suroeste se encuentran otras construcciones precolombinas en ruinas debido a los constantes saqueos (Calderón 2004, 170).

Este conjunto religioso (figura 3) cuenta con un atrio ubicado al poniente sin barda atrial. La fachada del edificio tiene de remate un óculo, sus restos se muestran sobrios, no hay vanos y el acceso al edificio es lateral. Tiene cuatro espacios arquitectónicos principales en planta baja conformados por celdas abovedadas, un pasillo con arcadas, una capilla abierta, una iglesia y un patio que pudo corresponder a una especie de claustro de dos niveles (figura 4). La capilla abierta probablemente abovedada, consiste en tres secciones con dos escalones enmarcados por muros de poca altura. Dichos muros laterales están desviados y probablemente su origen pudo ser prehispánico y posteriormente fue reutilizada por los franciscanos soportando cubiertas ligeras dado su poco espesor y pequeñas dimensiones (Ledesma 2012, 193-94). En un segundo nivel encontramos cuatro habitaciones, sin cubierta, los muros perimetrales y divisorios cuentan con vanos abocinados y sobre el pasillo de la planta baja del claustro esta una terraza.

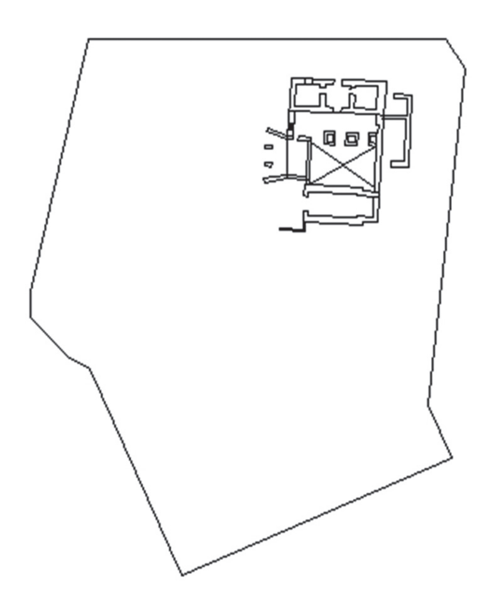


Figura 3
Plano general del conjunto religioso de Las Bóvedas, elaboración propia



Figura 4
Fotografía del conjunto religioso de Las Bóvedas, tomada por la autora

Claustro del ex convento de Santo Domingo

Tlaquiltenango, municipio ubicado al sur oeste de la sierra de Tlaltizapán, de probable ocupación Olmeca y Tlahuica. Su centro de civilización fue Chimalacatlán actualmente ranchería de este municipio. Dicho municipio tributaba a Tenochtitlán y era sujeto al marquesado de Hernán Cortés (Calderón 2004, 11-13). En un principio los franciscanos fundaron en este pueblo una pequeña casa y una iglesia con ayuda de los naturales, para posteriormente construir el monasterio de Santo Domingo en Tlaquiltenago, en la década de 1555 y 1565 (Kubler 2012, 107). En este sentido varios autores difieren en la fecha de inicio de la obra el cual consideran en 1540 (Hinojosa 2009, 18; Mateo 2007, 12). Por lo tanto el periodo de ocupación franciscana en Tlaquiltenango abarcó de 1540 a 1573, posteriormente lo recuperaron en 1585 y finalmente para 1586 es cedido a los dominicos quienes terminan su construcción (Hinojosa 2009, 18-27).

El conjunto consta de una iglesia de grandes dimensiones además de un convento (figura 5) con claustro y deambulatorios en los dos niveles. La fachada principal es sobria, muy alta y con pocos vanos. En cambio la fachada sur el acceso está enmar-

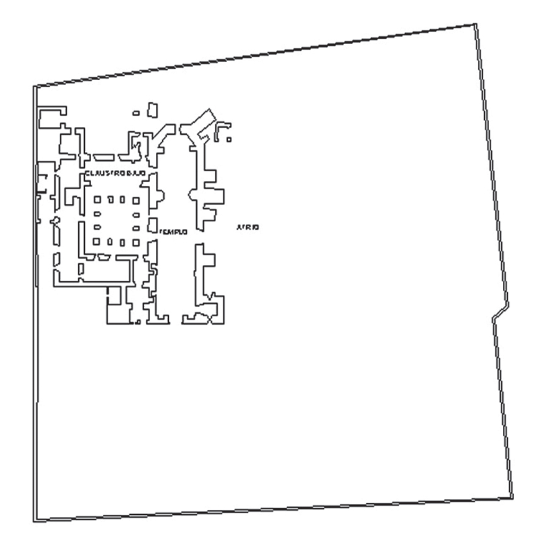


Figura 5
Plano general del conjunto religioso del ex convento de Santo Domingo, Tlaquiltenango, elaboración propia

cada con cantera rosa. El atrio tiene dos accesos uno al poniente y otro por el lado sur, tiene caminos procesionales con 3 capillas posas de las cinco que fueron en un inicio. Además tiene barda atrial realizada a base de arcadas y en el acceso una reja de herrería terminada en un arco de medio punto (figura 6). Las características formales de la barda, parecen responder a un periodo tardío, probablemente del siglo XVIII. En la parte de atrás del convento existen restos de una antigua construcción, de la cual se desconoce su uso. (Calderón 2004, 49-52)



Figura 6
Fotografía del claustro del ex convento de Santo Domingo, tomada por la autora

Capilla y claustro de la Asunción de María, Temimilcingo

Temimilcingo es un asentamiento localizado en el antiguo camino que iba de Jiutepec a Tlaquiltenango. Cerca de ahí se encuentra una zona arqueológica conocida como La Trinchera, la cual está actualmente abandonada. Este pueblo era una visita del ex convento de Jiutepec, donde los franciscanos construyeron primero una capilla abierta aislada denominada La asunción de María, con su convento (Artigas 2010, 68).

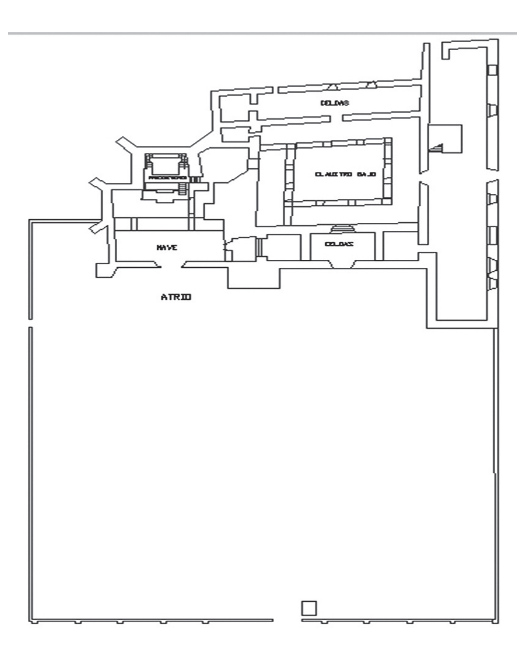


Figura 7
Plano general del conjunto religioso de la Asunción de María en Temimilcingo, elaboración propia

El conjunto está delimitado por una barda atrial con una especie de remates rectangulares a manera de dentellones. El atrio tiene dos accesos al norte y al poniente, carece de cruz atrial en su interior, ya que está ubicada del otro lado de la calle, justo frente a la puerta principal de la capilla. El atrio no cuenta con caminos procesionales ni capillas posas (figura 7).

La fachada del templo es de gran sobriedad, de forma prácticamente cuadrada y dotada con una torre campanario de tres cuerpos. Los vanos de esta portada corresponden a la puerta principal, mientras dos pequeñas ventanas abocinadas enmarcan el acceso a la capilla; la puerta a su vez aparece resaltada por un alfiz apoyado sobre pilastras adosadas al muro. La capilla dedicada a la virgen de La Asunción de María, tiene planta rectangular dotada de presbiterio menos ancho que la nave, el cual está elevado a un metro de altura respecto del nivel de la nave y enmarcado por un arco triunfal que descansa sobre pilares de piedra (figura 8).

Sistemas constructivos y etapas de construcción

El sistema constructivo de los casos de estudios es a base de arcadas y gruesos muros de carga con pocos vanos tanto en los claustro como en el resto del edificio; en el caso del ex convento el claustro presenta contrafuertes adosados a las arcadas del claustro lo cual no se manifiesta en los otros dos. Sin embrago la capilla de Temimilcingo tiene presencia de contrafuertes adosados a los muros de la misma, tal como el ex convento y en el caso de Las Bóvedas no hay presencia de estos elementos. Los tres edificios cuentan con piedras cuatrapeadas a manera de refuerzo en las esquinas de los muros.

La geometría de las bóvedas en los pasillos del claustro bajo en Temimilcingo y Las Bóvedas son irregulares lo que indica que fueron generadas por un arco rebajado e irregular. Por otra parte Tlaquiltenango muestra mayor evolución en cuanto al sistema de cubiertas ya que el arco que genera la bóveda es más parecido al de medio punto y la altura es considerablemente mayor a la de los otros dos casos.

En general los materiales que podemos encontrar en los edificios son la piedra caliza arenisca y basalto en aparejos tanto regulares en algunos espacios como irregulares en algunos otros. En el caso de Temimilcingo predomina el basalto negro de dimensiones medias y acomodado en hiladas irregulares, piedra que quizá fue tomada de algún adoratorio indígena sobre el cual esta desplantada la construcción (Calderón 2004, 52).



Figura 8
Fotografía del conjunto religioso de la Asunción de María en Temimilcingo, tomada por la autora

Las Bóvedas

En base a los distintos aparejos y espesores encontrados en los elementos del conjunto, es posible suponer las siguientes etapas constructivas: en primera instancia la capilla abierta que por sus características tanto de dimensiones, forma y ubicación como ya se mencionó puede ser parte de restos de asentamientos prehispánicos. Posterior a este espacio debió haberse edificado el claustro, cuyo acceso ocurría a través de la capilla abierta, la cual tiene como un pasillo arcado y abovedado, tres dependencias y un patio. Como tercera etapa pudo haberse construido la iglesia, encontrada del lado izquierdo del claustro, misma que carece de cubierta. El segundo nivel seguramente fue la última etapa constructiva del conjunto debido a los constantes cambios en el material y aparejos los cuales constituyen los muros y carece de cubierta (figura 9).

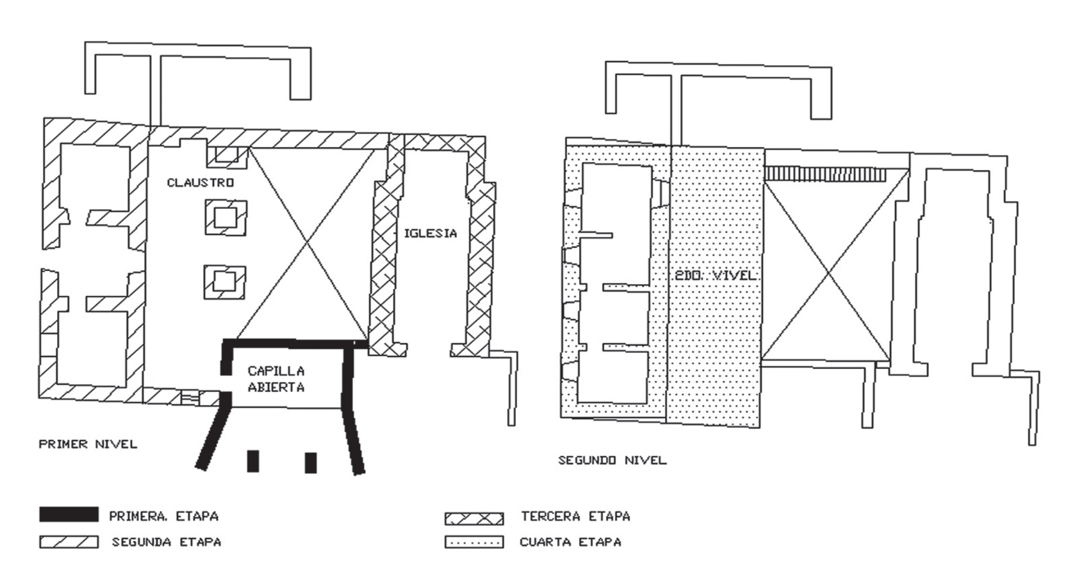


Figura 9
Etapas de construcción del conjunto religioso de Las Bóvedas, elaboración propia

El ex convento de Santo Domingo

En cuanto a las etapas de construcción del ex convento de Santo Domingo, es de suponer la primera fue el claustro bajo con sus dependencias y pasillo, posteriormente el segundo nivel de igual manera con los deambulatorios y las dependencias. Cabe mencionar que el caso de estudio es el claustro bajo el cual seguramente fue construido por los franciscanos (figura 10).

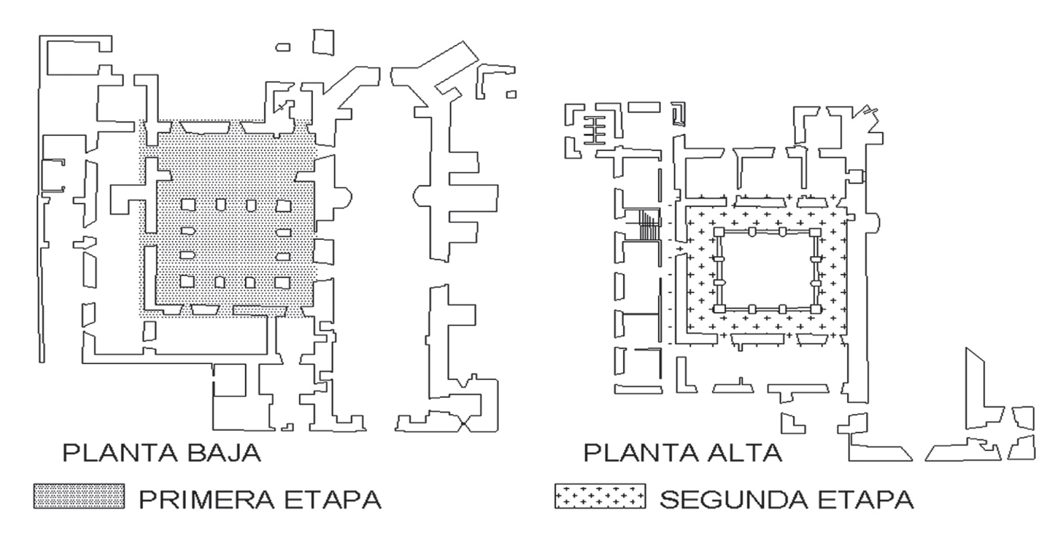


Figura 10
Etapas de construcción del conjunto religioso del ex convento de Santo Domingo, elaboración propia

La Asunción de María Temimilcingo

En este edificio la primera etapa de construcción debió ser el presbiterio el cual fue una pequeña capilla abierta a la cual se le anexo como segunda etapa el convento en el que la primera fase corresponde a la planta baja de cubierta bastante irregular (Artigas 2010, 68-71). Como tercera etapa encontramos la extensión de la capilla abierta cubierta con bóveda de cañón mediante naves dispuestas de manera transversal. Como última etapa está el claustro alto el cual presenta aún más irregularidad en sus cubiertas que el claustro bajo y que además no se concluyó (figura 11).

Cálculo tradicional y científico de las cubiertas en los casos de estudio

Los constructores de la época colonial en la Nueva España debieron emplear métodos tradicionales para determinar las dimensiones de los elementos estructurales de mampostería usados en Europa. Estos métodos consisten en ciertas reglas de tipo geométrico que nos dan las proporciones de los elementos de estructuras de mampostería (Huerta 2004, 143-44). Llama la atención particularmente para los fines de este trabajo, las reglas que se refieren al cálculo de los contrafuertes que soportan cubiertas abovedadas de mampostería, como las propuestas de los tratadistas Rodrigo Gil de Hontañón y Fray Lorenzo de San Nicolás (Huerta 2004, 207-44); al aplicarlas en los casos de estudio, obtenemos que algunas de ellas están relativamente cercanas a las dimensiones de sus muros y contrafuertes. Tal es el caso de los apoyos de las bóvedas en los claustros de Las Bóvedas, Temimilcingo y Tlaquiltenango (figura 12). No sucede lo mismo en los apoyos de las bóvedas de las capillas de los edificios estudiados aquí, pues sus dimensiones están un poco más alejadas de las que resultan de las reglas.

Por otra parte, para el estudio preliminar de la estabilidad de las bóvedas de los tres edificios aquí estudiados, se calculó una línea de presiones contenida en su sección transversal, partiendo de la hipótesis del análisis límite que señala que una estructura de mampostería es estable si es posible encontrar al menos una línea de presiones en su interior. Sabemos que si ésta se encuentra dentro del tercio medio de la sección, no habrá agrietamientos, por ello fueron calculadas inicialmente considerando esta hipótesis. En la figura 12 observamos que la línea de presiones se encuentra dentro del tercio medio, pero está prácticamente fuera en el borde inferior de su extradós o de su intradós. Si consideramos a los agrietamientos presentes actualmente en las bóvedas, la línea de presiones partirá del borde superior en la clave y queda contenida dentro de la sección en la base.

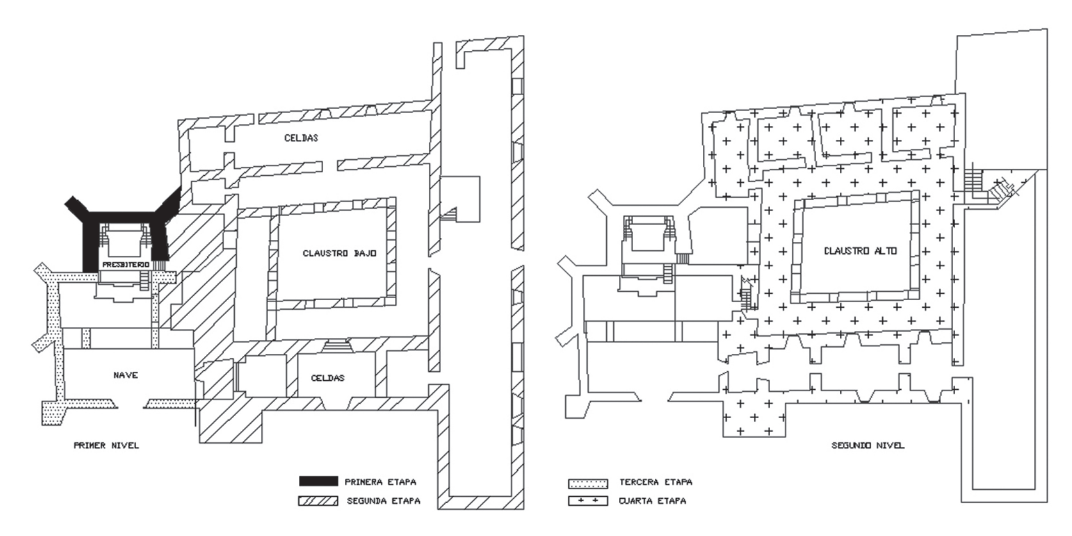


Figura 11
Etapas de construcción del conjunto religioso de la Asunción de María Temimilcingo, elaboración propia

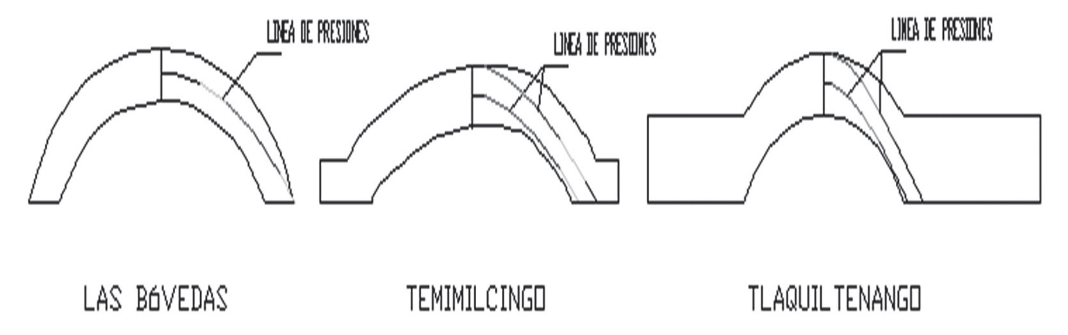


Figura 12
Línea de presiones de los tres casos de estudio

Conclusiones

Las capillas de visita de los conventos de Las Bóvedas y Temimilcingo, parecen responder a una reproducción a menor escala de dichos inmuebles. Debido a que los aparejos en la mampostería, las formas estructurales y el tipo de material son muy parecidos en algunos espacios, podemos concluir que estos edificios fueron edificados por la misma orden, en este caso la franciscana, aunque los dominicos llegaron posteriormente y debieron haber realizado algunas construcciones extras o terminar las que estaban inacabadas sobretodo en algunos espacios en donde se presentan diferencias de materiales y aparejos. Las formas irregulares de las cubiertas en dos de los casos de estudio, nos indica que los ejecutores de las obras tuvieron un proceso de adaptación en construcciones de pequeñas dimensiones como las capillas de las Bóvedas y Temimilcingo.

A partir del estudio de los sistemas constructivos, materiales y formas geométricas permiten determinar las etapas constructivas de los edificios estudiados, así como que el comportamiento de las bóvedas y las arcadas de los claustros y capillas estudiadas puede ser analizado con el método gráfico de equilibrio. Con este método fue posible identificar que algunas cubiertas no pudieron haber existido con las condiciones existentes en el edificio y en algunos casos la geometría es tal que permanecen en la actualidad.

En cuanto a la aplicación de las reglas en los contrafuertes y apoyos se pudo concluir que si bien no todas las reglas son aplicables a cada uno de los casos de estudio, algunas de ellas son muy cercanas y en algunos otros espacios estas se alejan de las dimensiones reales. Lo anterior apunta a que los constructores en este c pudieron haber tenido conocimiento de estas reglas de dimensionamiento las cuales aplicaron en algunos de sus espacios.

En los tres casos de estudio podemos observar la evolución en los sistemas abovedados de la región realizada por la orden franciscana. Las Bóvedas y Temimilcingo fueron de los primeros intentos en la edificación de cubiertas abovedadas y dada la complejidad en el desarrollo de esta técnica, dichas cubiertas denotan cierta irregularidad sin embargo a pesar de esta condición se mantienen en pie en la actualidad. Lo anterior no sucede en Tlaquiltenango en donde la forma de la cubierta nos muestra una geometría más definida y por tanto el perfeccionamiento de la técnica.

Lista de referencias

Artigas, Juan Benito. 2010. *México Arquitectura del Siglo XVI*. México: Taurus.

Calderón, Gabriel. 2004. *Tlaquiltenango, una memoria olvidada*. México: Diseños Gráficos Ruby Arlette.

De Anda, Xavier Enrique. 2006. *Historia de la Arquitectura Mexicana*. Barcelona: Gustavo Gili.

García, Joaquín. 1889. *Códice Franciscano, siglo XVI*. México: Imprenta de Francisco Díaz de León.

Hinojosa, Laura Elena. 2009. *Tlaquiltenango: Crónica pictográfica de un conflicto religioso, Cuernavaca, Morelos*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos. http://www.academia.edu/5811670/Cr%C3%B3nica_pictogr%C3%A1fica_de_un_conflicto_religioso._El_convento_de_Tlaquiltenango_Morelos.

Huerta, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas, geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. España: Instituto Juan de Herrera.

Kubler, George. [1948] 2012. *Arquitectura Mexicana del Siglo XVI*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ledesma, Laura. 2012. *Génesis de la arquitectura mendicante del siglo XVI en el Plan de las Amilpas y las Cañadas de Morelos*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

López, Valentín. 1994. *Historia General del estado de Morelos. Tomo I Antecedentes y formación del estado de Morelos*. México: Centro de Estudios Históricos y Sociales.

Maldonado, Druzo. 2000. *Deidades del espacio ritual en Cuauhnáhuac y Huaxtepec*. México: Universidad Autónoma del Estado de México Instituto de Investigaciones Antropológicas.

Mateo, Agapito. 2007. *Apuntaciones Históricas de Xoxutla a Tlaquiltenango*. México: Facsimilar.

Mendieta, Fray Gerónimo. 1870. *Historia Eclesiástica Indiana*. México: Antigua librería.

Meli, Roberto. 1998. *Ingeniería Estructural de Edificios Históricos*. México: Fundación ICA.

Pérez, Jesús. 2007. *De Cuauhnáhuac a Cuernavaca. Biografía de una ciudad*. México: Ayuntamiento de Cuernavaca 2006-2009.

Arquitectura tradicional y bienes comunales en la frontera hispanoportuguesa

Esther Isabel Prada Llorente

Los bienes comunales, que tienen una especificidad concreta y diferente de los bienes privados o públicos, han caracterizado históricamente el paisaje agrario de las comarcas occidentales de Castilla y León y las del otro lado de la raya portuguesa, una realidad económica y asociativa que ha modelado directamente su realidad construida.[1]

Se trata de una forma colectiva de uso y explotación de los campos de pastoreo, del aprovechamiento de los recursos genéticos y también, del aprovechamiento de los recursos construidos, tales son las edificaciones asociadas a la actividad agropecuaria: chiviteros, palomares, molinos, puentes, cercas de piedra, chozos de pastor, así como de la casa, en la que alguno de sus elementos asociados, pajares, comederos, cernideros, hornos de amasar, corrales, tenadas, carreteras, eran utilizados comunitariamente para determinadas tareas. Todo ello se reconoce con la denominación genérica de arquitectura popular o tradicional.

Todo este patrimonio es una parte intrínseca de un sistema de recursos naturales creados por el hombre, un paisaje, las personas que lo utilizaron lograron sostenerlo durante largos períodos de tiempo.

Forman parte de los recursos de su acervo común, el agua, la madera, el barro, la piedra, los pastos, así como los conocimientos tradicionales asociados que han permitido generación tras generación con base en pruebas y errores, llegar a la mejor solución posible construida, algo dinámico dónde los distintos grupos sociales han desplegado sus propios mapas con base en sus trabajos, conocimientos, experiencias e interacciones, fabricando sus propios significados que se reflejan en su patrimonio material e inmaterial, manteniendo de alguna forma viva su memoria.

Buscar los principios de diseño de estos sistemas agrarios fundamentados en los bienes comunes es la tarea que llevamos desarrollando desde hace un tiempo, en los cuales, la arquitectura tradicional supone una escala concreta que depende y a su vez modela otros niveles, territoriales y urbanos (Prada 2014a, Prada 2014b).

Un marco general para ubicar la arquitectura tradicional: paisaje y patrimonios emergentes

El paisaje no es tanto una suma de partes, una de las cuales sería la arquitectura, sino una propiedad emergente de un proceso, un sistema tecnológicamente mediado, a través del cual se pueden registrar en el territorio las sucesivas huellas que va dejando el hombre sobre el mismo así como los diversos grupos sociales que han ocupado ese mismo espacio, tal sucede en la frontera con Portugal, en el occidente de Castilla y León (Prada 2004, Prada 2014a).

La cultura, referida a algunos espacios concretos con memoria, a aquellos que aún conservan sus prácticas comunales fruto de procesos de interacción del hombre con la actividad agraria y pecuaria, tal es el ámbito objeto de estudio, se corresponde con una

huella territorial, una huella urbana y una huella arquitectónica, añadidas a su vez, a los elementos naturales que le competen en su espacio geográfico, configurándose el propio paisaje en tanto que resultado de tales interacciones como un patrimonio.

El término patrimonio, deriva del latino *patrimonium* a su vez de *pater* –padre–, se refiriere a los bienes heredados que se consideran un legado de los ascendientes traspasados de generación en generación; así como «cultura», de *cultus*, derivado de *colere*, que significa cultivar, cuidar, practicar, honrar y en el sentido de «culto por labrado» (DECH 1987). Vemos por tanto que el origen de los términos remite a herencia y a una serie de elementos susceptibles de ser aprendidos/cultivados.

La idea del patrimonio histórico como colección de objetos e inmuebles aislados o, en todo caso, aislables de su contexto inmediato, ha empezado a ser superada por otro entendimiento del concepto de bien patrimonial, encuadrado en un contexto territorial que le da un significado más amplio.

Un ejemplo de tránsito hacia un nuevo entendimiento de la arquitectura tradicional lo expresa en cierto sentido Carlos Flores refiriéndose a los conjuntos formalizados por piezas individuales:

> «Partiendo de la imposibilidad de una conservación o recuperación masiva, una de las cuestiones a considerar vendría dada por el establecimiento de criterios básicos a aplicar, debiéndose otorgar una prioridad a los conjuntos frente a la conservación de simples ejemplares aislados, teniendo en cuenta la dificultad añadida de que la simple destrucción o modificación de una de sus unidades dañará todo el conjunto de forma seguramente decisiva, de lo que se deduce la exigencia de preservación de todos y cada uno de sus componentes, incluyendo, como elementos a conservar, también los tipos y calidades de pavimentos primitivos». (Flores 2007, 9).

Pero hasta el presente no se ha incidido en la importancia del territorio y la sociedad que con él interactúa en cada momento, en el caso que nos ocupa, las personas que viven en el medio rural, mantenedoras aún de algunas prácticas tradicionales residuales que se reflejan en su arquitectura. Sobre ellas fundamentalmente ha recaído el peso del mantenimiento de la misma, una arquitectura ligada indisolublemente a unas prácticas agrarias prácticamente desaparecidas, por el cambio socioeconómico que ha supuesto la modificación de nuestro medio rural en los últimos años del s. XX y principios del presente s. XXI.

La forma en que este tipo de hábitat social ha ido decantando su respuesta al medio, se refleja como afirma María Pía Timón, en una intensa imbricación en el territorio determinando un característico paisaje cultural: «aquí está presente esa transmisión de modelos que la experiencia, a través del tiempo, ha considerado más funcionales y menos costosos, constituyendo el grado de movilidad y el sedentarismo dos de las características que determinan las formas y materiales de estas construcciones» (Pía 1993, 130).

Cada vez adquieren mayor interés y atención los denominados patrimonios emergentes, aquellos bienes que son expresión de la relación de las comunidades y las sociedades con su medio, de las formas de cultura popular heredadas con las que se materializaron las actividades productivas en los campos cuyo reflejo fue la arquitectura tradicional y que dieron lugar a modos propios de habitar y convivir, conocimientos y prácticas que constituyen en sí mismos actualmente un patrimonio común.

Entre estos patrimonios emergentes y a medio camino entre el patrimonio y paisaje natural y el patrimonio y paisaje cultural, los patrimonios comunales referidos a la gestión agropecuaria que aún se mantienen vigentes en algunos ámbitos geográficos, constituyen un determinante fundamental de algunos paisajes agrarios, tal es el caso de la frontera hispano portuguesa, aspectos tratados en los trabajos realizados hasta la fecha (Prada 2005, Prada 2007).

Los comunales**,** ligados directamente a los conocimientos tradicionales de una comunidad local sobre la gestión de su medio o entorno de vida y trabajo, se refieren a los usos del territorio tales como montes comunales, aprovechamientos comunales ganaderos, juntas agropecuarias locales, caminos cañariegos o vías pecuarias, etc. Trabajos colectivos que junto a sus arquitecturas asociadas, en la actualidad, se reconocen como usos ecológicos o sostenibles del territorio que fomentan la biodiversidad.

Arquitectura y Agricultura: breve reseña documental

En una de las múltiples visitas realizadas entre otros archivos al Archivo Histórico Nacional, a lo largo de estos años de trabajo e investigación sobre el paisaje

cultural agrario en el occidente de Castilla y León y la frontera con Portugal (Prada 2008), aparecieron unos documentos manuscritos del s. XVIII pertenecientes a la Sección de Estado, una serie de cartas fechadas en 1785 dirigidas al Conde de Floridablanca, creador de la Dirección General de Caminos en esta misma fecha, que merecen su transcripción al menos en parte ya que muestran la importancia y relación existente entre la agricultura y las bases o fundamentos de una correcta práctica arquitectónica.[2]

En este período, aumenta considerablemente la producción agraria en todos los países europeos, siendo ésta la condición indispensable para que suceda con posterioridad la revolución industrial, es decir, disponer de alimentos suficientes para mantener una población que paulatinamente se iba transformando en urbana.

La intensificación del trabajo agrario, estimuló el perfeccionamiento del utillaje agrícola porque la tierra representaba la fuente principal de riqueza, el lugar donde la mayor parte de la sociedad se ganaba la vida. Estos progresos habrían de extenderse a la práctica totalidad de las tierras que en su mayoría, seguían cultivándose con los mismos métodos extensivos desde la Edad Media, lo que requería una reestructuración de la propiedad.

Entre las citadas cartas, la redactada por D. Juan Joseph de la Madriz, capitán de navío, en la que se destacan los cuatro conceptos que constituyen la base conveniente y precisa «tanto para el imperio más dilatado como para la más miserable aldea», en un discurso sobre Población, Agricultura, Fábricas y Comercio: «estos conceptos piden de su práctica varias combinaciones que se adapten a la situación, terreno, temperamento y poder o debilidad de los dominios que le rodean», apuntando según su entendimiento que: «las más de ellas, las eluden o burlan los hacendados ricos, impidiendo el reparto con utilidad de los baldíos, tierras realengas y de propios entre pobres labradores, procurándolos con varias vejaciones a abandonar el repartimiento de tierras que les hacen» (AHN 1785a).

Entiende Juan Joseph de la Madriz que:

> Este ramo de la Agricultura, es alimento del hombre y por consecuencia, debe ser el primer cuidado del Príncipe. Pide por su naturaleza muchos conocimientos y combinaciones. Y sería conveniente una junta particular de hombres íntegros e inteligentes, que visitando los pueblos, conociesen por si mismos los vicios y las propiedades de sus gentes y terrenos para contar, y promover con celo y con prudencia, lo que a cada pueblo corresponda (AHN 1785a).

En un segundo manuscrito el arquitecto Isidro Garizabal dirige su petición a Antonio Valdés, secretario de Estado del Antiguo Régimen, quién a su vez, remite al Conde de Floridablanca el ruego del arquitecto. Comenta al respecto de la misma:

> Paso a mano de V.e. la instancia que me ha hecho el arquitecto Isidro Garizabal incluyendo el diseño de una máquina que ha hecho para trillar; a fin de que V.e. haga el uso que le parezca de la habilidad de este sugeto, respecto a que para Marina no es de utilidad. dios gûe a V.e.m.a. Aranjuez 11 de Abril de 1785. Antonio Valdés (AHN 1785b).

Podemos observar la reconversión del arquitecto como inventor de utillaje agrícola debido a la falta de trabajo, exponiendo en su carta que se veía en tal necesidad, por la falta de reconocimiento dado que en las obras ejecutadas y a pesar del visto bueno de D. Ventura Rodríguez como supervisor en alguna de ellas, no le habían reportado ningún tipo de beneficio o ganancia:

> Ex^mo^ Señor D^n^ frei Antonio Baldes.
>
> Isidro Garizábal, Arquitecto, Maestro de Obras y Agrimensor, natural de la villa de Fuenmayor y vecino de la ciudad de Logroño, puesto a los P^s^ de Vex^ca^, con el mayor rendimiento, dice que nobstante de ser sujeto de ydonidad y todo desempeño para construir quales quiera Jenero de obras de Arquitectura en madera, piedra, o yeso, se halla el exponente en la flor de su vida con seis hijos, sin tener que comer y constitudo a pedir una limosna, por no tener obras ni hombre alguno que le fomente o ayude; âmas de haber merecido que con âprobación de D^n^ Bentura Rodríguez, Arquitecto y Maestro Mayor de esa Villa y corte, le Adjudico el R^al^ Consejo, las ôbras de la Parroquial de S^ta^ Ana de Durango; las que ejecuto el Supp^te^, con todo ônor y desempeño; y en la villa de Fuenmayor, âcava de ejecutar de nueva planta en treinta mil reales la casa de escuela de primeras letras con desempeño, pero sin haber quedado ganancia alguna en ninguna obra que â hecho, en esta âtención.
>
> A Vex^ca^, Supp^ca^, encarecidamente le coloque en algunas obras de Arquitectura de esta corte, ô en obras de Caminos, o en la construccion de Nabíos en Ferrol, ô en la corta de ârboles y su lavra para otros Nabíos, en los Pinares de Soria, ô en los de los pirineos de Aragon, ô en

donde Vex^{ca} fuer serbido el colocarle, porque para quales quiera Jenero de obras de Arquitectura, âsi en Madera, como en piedra o yeso, tiene ynspeccion y desempeño el supp^{te}, y tambien en obras de Maquinaria, como son Norias para levantar las aguas, taônas, Molinos, y llega âtanto su desdicha, que en la flor de subida, por no tener hombre que le fomente, ô ayude, seve con seis hijos constituido a la mayor miseria; pero tiene el consuelo, que la notoría piedad de Vex^{ca}, la âde colocar, en ôbras que con las cuales pueda sustentar su pobre y dilatada familia, àdemas, de que el exponente también tiene talento, y suficiencia vastan^{te}, para desempeñar quales quiera empleo. Yasibien pone en manos de Vex^{ca}, esa ôvra de nueva ymbencion que para utilidad del comun la da a luz el Supp^{te}, quien por sus cortos medios no puede ponerla en práctica en esa corte, para que sirviera de utilidad â todo el reino, y poder lograr por ese medio algun premio; tambien pondra en manos de Vex^{ca}, sies de su superior agrado el Diseño de otra nueba obra ymbentada por el Supp^{te} que es ladeuna Maquina taôna que seria muy util para los Navíos por ser Manual y portatil y que ael ympulso de un hobre solo moleria ocho, o seis ânegas de arina cada dia deguia ô una pondria en ejecucion, el Modelo y su total construcción con la ôrden y protección de Vsa^{ca}, es Gracia que espera el Supp^{te} de la Notoria piedad y Justificación de Vsa^{ca}, Ynterin pide a Dios prospere la importante vida Vex^{ca} m^{s}, nsu mayor grandeza. Logroño y Abril-4-de 1785.

B.L.P. de Vex^{ca} , Sumas unitae
Ysidro de Garizabal (AHN 1785b).

Situando la población y la agricultura como los dos conceptos básicos esenciales para el buen gobierno, ya que al hombre resulta menester alimentarlo, se vuelve necesario a continuación vestirlo especificándose en el primer manuscrito relativo a Población, Agricultura, Fábricas y Comercio para la práctica de la arquitectura en tanto que cobijo del hombre pero también de los animales, que:

La planta del edificio más completo queda impracticable si no se apropia al terreno dónde se ha de construir. Este peculiar conocimiento se reserva sólo a los hombres grandes y grandes políticos, que saben combinar y calcular el tiempo, el cómo y el cuándo. Feliz tiempo aquél en que la Naturaleza y la Providencia hacen tan precioso presente al imperio que miran con agrado! (AHN 1785a).

Estos principios manifestados en el s. XVIII relativos a la relación existente entre alimentación, cobijo, arquitectura y territorio, así como la conexión significativa y necesaria entre la arquitectura y el lugar, se podrían considerar los fundamentos del surgimiento e implantación de la arquitectura tradicional.

Situada en un entorno geofísico concreto como soporte material de la misma, la arquitectura tradicional es un medio de trabajo que confiere entre otros elementos territoriales y urbanos, carácter a los paisajes agrarios.

Las razones del espacio en espacios con memoria

El concepto de espacio arquitectónico tiene una triple dimensión, arquitectónica, urbanística y territorial. El análisis arquitectónico de las entidades formales en diferentes escalas, su configuración espacial, emplazamiento, función social, sus formas básicas y específicas, reflejo estas últimas de su articulación interna, el programa, así como la relación de estas formas con su entorno inmediato, límites, accesos y líneas de movimiento en las que se integra, supone la investigación que llevamos desarrollando sobre el paisaje cultural de estos espacios del occidente de Castilla y León ya que como señala Bertrand: «un paisaje surge cuando las miradas cruzan un territorio» (Bertrand 2008: 19).

La comparación entre diferentes comarcas occidentales de Castilla y León y el otro lado de la raya portuguesa, nos enseña de un lado los rasgos genéricos y de otro en qué se diferencian. Factores como el relieve, el clima, el suelo, la agricultura, la ganadería, la forma y las características de la vida social, es decir, los factores del medio físico y humano, condicionan la arquitectura tradicional en cada lugar concreto, ésta junto con el lenguaje, constituyen una pura creación del medio.

Niveles de análisis espacial del patrimonio construido e inmaterial en la raya hispanoportuguesa y occidente de Castilla y León

La progresiva extinción de las instituciones comunales supuso un proceso sistemático de modificación de los campos previamente organizados por el paisaje de mosaico, paisaje característico de la cuenca mediterránea que alterna prados y pastos, transformándolos paulatinamente según modelos urbanos y adoptando formas normalizadas respaldadas por instituciones públicas, reescribiéndose así las reglas sociales heredadas que articulaban el territorio.

Estas reglas heredadas, en los terrazgos comunales castellanos cedidos a los vecinos del Concejo por la Corona durante la repoblación bajomedieval de la Península Ibérica, se fundamentaban en que aún siendo el dominio directo real [tierras de realengo] o de señorío [seglar o eclesiástico], el dominio útil era de aprovechamiento común de todos los vecinos, haciéndoles accesible una casa y una tierra de cultivo en común, con los pastos y leñas comunales. Estos terrazgos del común subsistirían en propiedad comunal tal y como aún quedan algunos ejemplos, caso de las comarcas rayanas con Portugal en el occidente de Zamora.

Tanto el arte de construir la propia vivienda, como el nombrar los caminos, los parajes, los barrios o pagos y las estancias de la casa, los enseres o el utillaje agrícola, las tareas agrarias,... se transmitían de generación en generación, nadie ignoraba en qué muros debían abrirse los huecos, dónde convenía poner la cocina, cuál era el mejor sitio para colocar el carro y los aperos. La arquitectura vernácula se ha levantado según procedimientos tradicionales, repetidos a través de innumerables generaciones.[3]

Los elementos arquitectónicos asociados a esta estructura agraria tradicional se reúnen según una sucesión de redes y límites fundamentadas en la propiedad de la tierra que a su vez (Prada 2011), se pueden descomponer en niveles o escalas de aproximación para reflejar a través de determinados patrones espaciales, la estructura profunda de la forma de este espacio.

De otra parte los esquemas espaciales sobre los que venimos trabajando hasta la actualidad se definen por la distancia. Las relaciones que se manifiestan en los diferentes patrones espaciales asociados a los sistemas de propiedad de la tierra, a los caminos, a los tipos de cultivo o las celebraciones en comunidad, con diferentes grados de proximidad, se materializan en la sucesión de escalas determinando asimismo el tipo de arquitectura. Estos patrones espaciales que reflejan las diferentes construcciones se podrían resumir en 1) puntuales, 2) lineales y 3) planares:

1. Arquitecturas puntuales: señalan una posición en el espacio agrario común alejadas del núcleo, surgen en los campos abiertos ligados a las tierras comunales, a la red caminera o a los cursos de agua, arroyos o regatos, obedecen a su función agropecuaria, tránsito, cobijo, abastecimiento de agua y alimento...tanto de personas como de animales, tales son las fuentes, las pilas, los abrevaderos, los casales, los corrales o majadas, los pontones, los puentes, los palomares, los chiviteros, los chozos o las casetas de pastor. Estas últimas también se pueden encontrar asociadas a arquitecturas lineales. Hitos puntuales de señalización territorial, como los cotos o las piedras hincadas, que sitúan y ubican límites de términos, de tierras o de lindes. Hitos puntuales que señalizan el espacio sagrado superpuesto al agro, en determinadas épocas del año focalizan la atención de la comunidad para simbolizar sobre el territorio las costumbres transmitidas que generan identidad colectiva, edificaciones tales como las ermitas, a las que en algún caso se asocia la casa del ermitaño cuya función consistía además en hospedaje de pastores trashumantes, cruceros o humilladeros.[4]
2. Arquitecturas lineales: por lo general con formas curvadas, como las cercas, los setos y linderos de trenzados vegetales, los muros de tapia y las paredes de piedra seca, como su propio nombre indica, limitan, cierran y rodean espacios de cultivo privados más próximos al núcleo de población.

Las cortinas [*cerrados*], el *bocage,* en ambos lados de la raya portuguesa, del latín *cohor-tis,* la *cohorte* medieval, recinto cerrado y cercado con pared de piedra seca, constituyen una de las estructuras básicas para la comprensión del paisaje fronterizo con Portugal y la evolución de la propiedad o apropiación del terreno comunal inicial en torno a un asentamiento, las denominadas tierras abiertas, los valles, [*bal, balhe*] y los prados [*lameiros*] (Prada 2005, 2014).[5]

La técnica de la piedra seca es una de las muchas técnicas de construcción que Juan de Villanueva describe en su tratado de Albañilería:

> Llámense muros, murallones o paredones unos cuerpos gruesos formados con distintos materiales colocados a plomo, con tal unión y trabazón, que se mantengan por su mismo peso, y resistan a los empujes de otros cuerpos que se les carguen ó se les arrimen.
>
> Las paredes no se diferencian de los muros en el género de obra, pero comúnmente se da este nombre a las que

tienen un grueso proporcionado a sostener suelos y cubiertos de madera.

Tapias son las paredes hechas de tierra solamente, ó enlazadas con algún otro material…

La piedra tosca, que se halla sobre la superficie de la tierra, o en canteras someras y fáciles o en las subterráneas, y que tiene figura irregular, es de mucho uso para hacer muros y paredes. Hácense de tres maneras, una sin mezcla alguna, que llamamos de piedra seca, otra con mezcla de barro y otra con mezcla de cal y arena ... (Villanueva 1827).

3. Arquitecturas que se extienden en el plano: por superficie, posición, orientación y forma, crean volúmenes adosados y asociados en torno a un espacio central abierto, el patio. La más significativa, la casa, que establece relaciones con su entorno urbano y territorial a través del adosamiento de sus volúmenes a los cercados adyacentes, los cortinales o cortineos, conjuntos arquitectónicos de gran singularidad no solamente por su forma o los materiales empleados en su construcción, sino por su mimetización con el entorno, con el sitio, con el trabajo, formando una parte indisoluble del mismo.

Epílogo

El patrimonio inmaterial heredado que suponen las prácticas comunales en el ámbito de estudio, no es solamente sede de la memoria de la cultura de ayer, estos bienes son los marcadores de una identidad enraizada en el pasado, actualizada en el presente y reinterpretada por las sucesivas generaciones. Tienen que ver con saberes cotidianos, prácticas familiares y entramados sociales. Estas expresiones son las que dan sentido a los bienes materiales concretos y tangibles tales como la arquitectura, otorgando un valor subyacente al objeto en sí.

La organización de este paisaje en mosaico, periférico, que cristaliza en la Edad Media, ha permanecido hasta bien entrado el s. XX, manteniéndose aún algunas de sus reliquias tales son las rotaciones de cultivos y los aprovechamientos de pastos y rastroje-

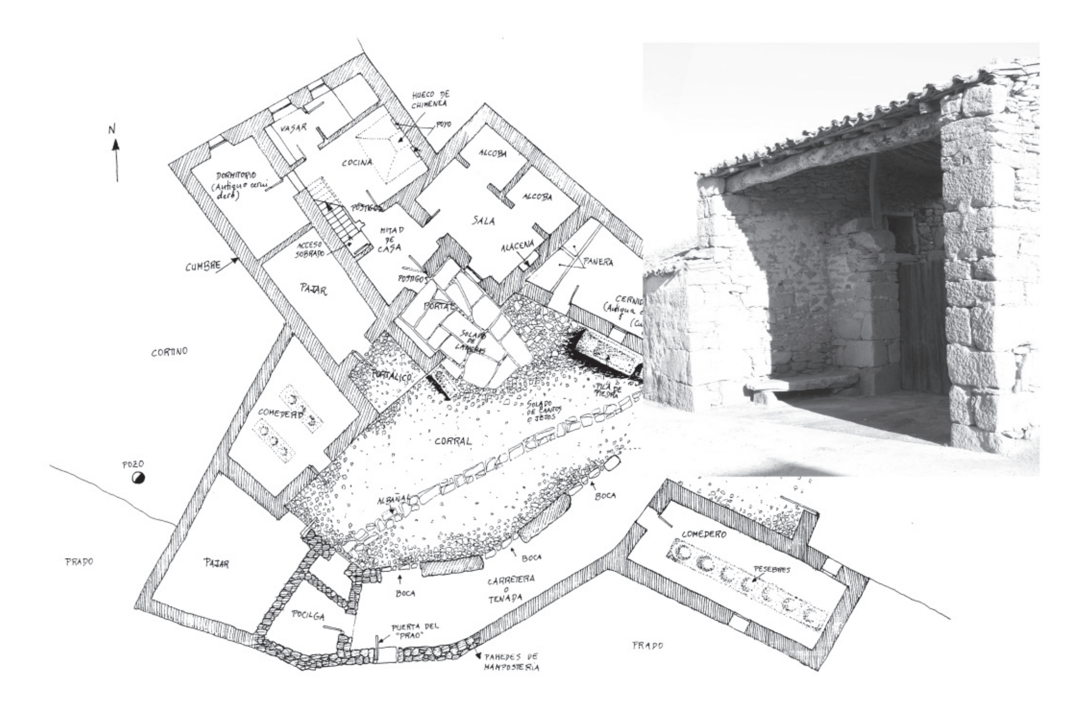


Figura 1
Casa de labranza. Sayago-Zamora. Dibujo a tinta (Prada, 2014) y fotografía E.I.P.L.

ras en el occidente de Zamora, así como las arquitecturas asociadas a esta actividad. Las relaciones de la casa con el lugar, calle, camino o corral; portaladas o paredes que tienen su razón de ser; orientación, vientos, cercas de piedra que materializan la historia de apropiación privada de los campos frente a los comunales o abiertos..., se revelan como una fuente de transmisión de técnicas, saberes y modelos constructivos sedimentados a través de un largo proceso histórico.

Notas

1. Este trabajo se encuentra reflejado de una manera más amplia en el libro: *Dibujando el paisaje que se va. Un modelo espacial del patrimonio agrario,* recientemente publicado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, último trabajo de un proceso que continúa y que comienza con la tesis doctoral leída en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
   Asimismo cuenta con el apoyo del Proyecto de Investigación I+D CSO2012-39564-C07-01. Subproyecto de la UVA sobre Los Paisajes Patrimoniales de la España interior septentrional y occidental. Se relacionan a su vez gran parte de los aspectos aquí plasmados, en el Atlas de los Paisajes Agrarios de España, editado por el Ministerio de Agricultura, fruto a su vez del proyecto de investigación I+D coordinado por Fernando Molinero de la Universidad de Valladolid.
2. Los manuscritos localizados en la Sección de Estado del Archivo Histórico Nacional, los hemos transcrito para tornarlos comprensibles, cuidando la fidelidad al original y respetando tanto su estilo como su contenido.
3. Resulta de sumo interés por la proximidad al ámbito de estudio, la gran obra de José Luis García Grinda sobre la Arquitectura Popular Leonesa (Grinda 1991).
4. En la cubrición de los chozos, se aplica el término falsa cúpula frente a las cúpulas que ha producido la arquitectura culta. Como señala el arquitecto Carlos Blanc, se trata de la creencia establecida sobre la consideración de que el agricultor construye algo que parece una cúpula pero que realmente no lo es, algo demasiado sofisticado como para encontrarse disperso por los campos. Manifiesta el mismo autor, sobre el mayor grado de respeto que los franceses e ingleses han conservado hacia la cultura rural, no utilizando el conflictivo término de falsa para calificar este tipo de cúpulas, sino otro más serio y preciso, volada. Vuelo sucesivo de las piedras que conforman el interior del muro. Este voladizo se ayuda por el efecto arco de los anillos sucesivos (Blanc 1993).
5. Entre corchetes situamos la palabra correspondiente en mirandés, el idioma del entorno de Braganza, segundo idioma oficial reconocido de Portugal. Este idioma guarda grandes semejanzas con el sayagués, el habla o la parla sayaguesa, ambos pertenecientes al ámbito dialectal del leonés.

Lista de referencias

Archivo Histórico Nacional, AHN. 1785a: *Sección Estado, IDD 9. Leg. 2932, Nº 19.* Discurso sobre población, agricultura, fábricas y comercio. Pensamientos que propone D. Juan Joseph de la Madriz al Conde de Floridablanca. Arcos de la Frontera, junio de 1785.

Archivo Histórico Nacional, AHN. 1785b: *Sección Estado, IDD 9. Leg. 2932, Nº 5.* Nueva máquina de trillo. 1785. De este expediente se ha sacado el diseño de una máquina de trilladora que pasa a la serie Mapas, Planos y Dibujos. Expediente Isidro Garizabal. 11 de abril de 1785. Signatura 1004.

Benito Martín, Félix. 2003. *La Arquitectura Tradicional de Castilla y León.* 2 vols. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Bertrand, George. 2008. *Un paisaje más profundo.* Granada: Cuadernos Geográficos. Universidad de Granada.

Blanc Portas, Carlos. 1993. «La técnica de la piedra seca y su utilización: cucos, cubillos, bombos, chozos, etc». En *Actas del I Congreso Nacional de Arquitectura Rural en Piedra Seca*, vol. 1. Zahora, nº 38. Albacete.

Corominas, Joan. 1987. *Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico.* Madrid: Editorial Gredos.

Flores, Carlos. 2007. «Insistiendo en lo mismo». En *Cuadernos de Arquitectura Popular*. Grupo de Urueña. Junta de Castilla y León. Museo Etnográfico de Castilla y León.

García Grinda, José Luis. 1991. *Arquitectura popular leonesa.* 2 volúmenes. León: Diputación de León.

Pía Timón, María. 1993. «Evolución histórica de las construcciones de habitación temporal». En *Actas del I Congreso Nacional de Arquitectura Rural en Piedra Seca*, vol. I. Zahora, nº 38. Albacete.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2004. «El paisaje como archivo del territorio». *Cuadernos de Investigación Urbanística Ci [ur]* 40. Red de Cuadernos de Investigación Urbanística. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2005. «Paisaje agrario: antropología de un territorio». *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales* 144. Madrid: Ministerio de Fomento.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2008. «Algunas fuentes para la construcción del territorio agrario». *Ar@cne. Serie Geo Crítica. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2011. «Mixturas y redes en el paisaje: un modo de aproximación a espacios de frontera». En *Paisaje y Patrimonio*, Eduardo Martínez de Pisón y Nicolás Ortega, Editores. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid y Fundación Duques de Soria.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2014ª. *Dibujando el paisaje que se va: un modelo espacial del patrimonio agrario.* Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Prada Llorente, Esther Isabel. 2014b. «Sayago, paisaje fuente o la construcción del lugar en la frontera hispanoportuguesa». En *Atlas de los Paisajes Agrarios de España*, Fernando Molinero, coordinador geeral. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Villanueva, Juan.1827. *Arte de Albañilería.* Reproducción facsímil 1977. Editorial Casariego.

Influencia española en la vivienda tradicional dominicana

Esteban Prieto Vicioso

Los cronistas españoles poco se ocuparon de describir las viviendas o bohíos utilizadas por los indígenas que ocupaban las islas del Caribe o Archipiélago de las Antillas y es probable que una de las razones sea porque ellos no se sorprendieron con lo que vieron, ya que no había gran diferencia con las viviendas que ellos conocían. Se sorprendieron de la desnudez de la gente, de sus costumbres, adornos corporales, de muchos alimentos que comían, de la flora, la fauna, del colorido de los pájaros, de sus canoas, de la eficiencia de sus remos y de muchas cosas más, pero no se sorprendieron de sus viviendas.

En la primera mención sobre las viviendas indígenas que Cristóbal Colón hace en su diario, se limita a decir «Y vide un pedaço de tierra que se haze como ysla, aunque no lo es, en que avía seys casas» (Las Casas [1520] 1972, 24). La no descripción de esas casas evidencia que no se sorprendió con lo que vio. Más adelante escribió sobre la cantidad de palmas que observó y de una en particular que tenía las hojas muy grandes, con las cuales cobijan las casas. Luego dice que todas las casas son de ramos de palma y muy hermosas. También señala que las casas no están alineadas en calles, sino más bien colocadas en cierto desorden.

Pero la más antigua y una de las más amplias descripciones sobre las viviendas indígenas la conocemos a través de la poco conocida relación de Rodrigo de Escobedo, escribano real de la Armada, la cual está ilustrada por dibujos de Juan Salsedo, criado de Cristóbal Colón, quien «dibujaba diestramente con la pluma» (Peguero [1762] 1975, 37). Si bien Peguero se refiere a Juan Salsedo, sabemos que su nombre correcto era Pedro de Salcedo.

Cristobal Colón, aceptando una invitación del cacique Guacanagarix, envía a Rodrigo de Escobedo, quien está calificado como el primer notario del Nuevo Mundo, acompañado por Pedro de Salcedo, «más dos hermanos indios y embajadores del Rey Guacanajarí y un indio intérprete de San Salvador, que ya medianamente entendían la lengua española».

El grupo salió hacia el 22 de diciembre de 1492, regresando antes de que encallara la nao Santa María, pues es precisamente a Escobedo a quien Colón le pide que regrese a la villa del cacique para pedirle ayuda con la recuperación de la misma.

Rodrigo de Escobedo fue uno de los 39 españoles que se quedan en el fuerte de La Navidad, por lo que no se sabe nada de él luego del 4 de enero de 1493, cuando Colón levantó anclas con destino a España, reconociendo la costa norte de la Española y llevando con él la relación que había escrito Rodrigo de Escobedo, con los dibujos de Pedro de Salcedo.

Esta poco conocida «Relación de Escobedo», escrita en diciembre de 1492 durante el primer viaje de Colón, es sumamente importante para el conocimiento de la arquitectura indígena, ya que se trata de la más antigua descripción detallada de las construcciones encontradas por los conquistadores en la Española, por lo que estamos en la seguridad de que no tiene ninguna influencia hispánica, como pudiera haber en las descripciones de Gonzalo Fernández de Oviedo.

En cuanto al tema que nos ocupa, lo primero que dice Escobedo en su relación es que luego de caminar una legua, estuvieron por un par de horas en un bello pueblo como de trescientas casas, llamado Cacuma, donde los indios les ofrecieron un espléndido hospedaje. Continuando su camino hacia la villa de Guacanagarí, vieron muchos pueblos grandes y pequeños, pasando la noche en uno de tan sólo ocho casas de madera, grandes en el buque, o sea de gran capacidad. Allí les brindaron cena sobre unas curiosas y aseadas esteras, tejidas con cogollos de palma y platos que podían competir con el más bruñido azabache. Para dormir dice que le pusieron un cuarto con dos hamacas de algodón amarradas a sendos postes con sogas hechas de henequén, lo que evidencia el uso de divisiones interiores, al menos en las casas de gran tamaño.

Al otro día continuaron su camino y llegaron a una numerosa población, la cual vista desde lo alto, según Escobedo, no se veían sus límites. Dice que el poblado tendría unas «…ocho mil casas de maderas y pajas; a la que servían de muralla muchas labranzas a manera de granjas que forman todas un laberinto para dificultar la entrada a la población... Está la ciudad partida con quatro calles que la dividen en quatro barrios, de desconcertada muchedumbre, porque en ellos no se encuentran calles algunas, en cuyo centro esta una plaza en cuadro mui grande, en la mitad de ella el palacio del Rey que es esta que se muestra = le llaman Bugío en su lengua» (Peguero [1762] 1975, 38-9) (figura 1).

Aquí entonces aparece en el libro de Luís Joseph Peguero el dibujo del bohío que debió haber hecho Pedro de Salcedo en el mismo 1492 como parte de la relación de Escobedo y que debió haber sido copiado o reinterpretado por Oviedo en 1535 en su Historia General de Indias, dicho esto por la gran similitud que hay entre ellos. Siendo así, los dibujos atribuidos a Oviedo son originalmente de Pedro de Salcedo, lo cual desmiente la teoría de algunos arqueólogos de que el bohío de planta rectangular que aparece en el libro de Oviedo es producto ya de la transculturación, luego de la llegada de los españoles a las indias occidentales. Más adelante Peguero también muestra el dibujo de «las casas de los particulares, o jente comun que llaman los indios Caneyes…» (figura2).

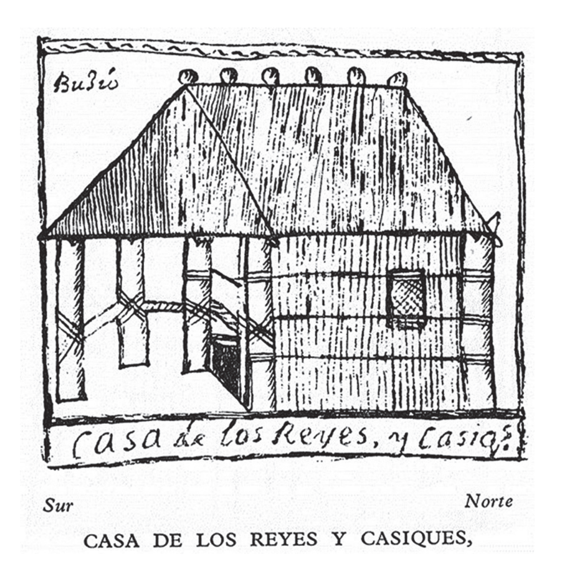


Figura 1
Dibujo del 1492 de la casa de Guacanagarí, atribuido por el autor de este trabajo a Pedro de Salcedo. (Peguero [1762] 1975, 39)

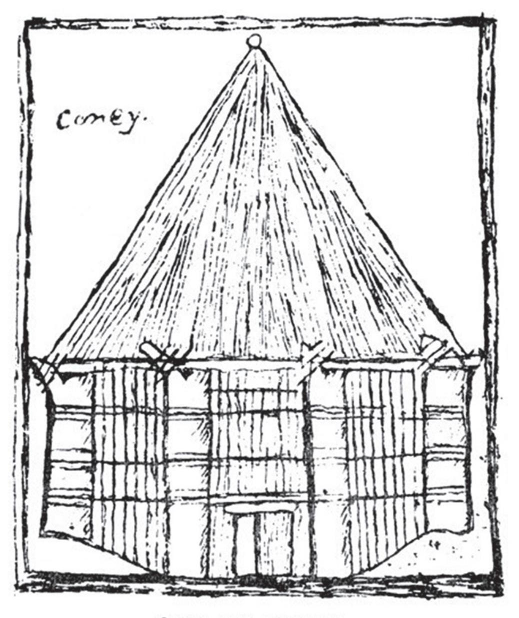


Figura 2
Dibujo del 1492 de un caney indígena, atribuido por el autor de este trabajo a Pedro de Salcedo. (Peguero [1762] 1975, 40)

En cuanto al Palacio del Rey Guacanagarí, Escobedo dice en su Relación de 1492 que:

> …era de treinta y dos baras castellanas de largo y diez de ancho dividido en quatro tramos de a ocho varas; Maquina que siendo basta, paresia bien por su aseo, y donde no se conose el hierro, es presiso que travaje mas la especulación por la falta de barrena, clavo y martillo, y sin estos hasian sus fabricas. En el primero que sirve de Portico, residen las guardias de los veinte y cinco nobles, hijos de caciques, el segundo es la sala en que reside la persona del Rey; solada de curiosos ladrillos blancos, y tapisada con esteras y liensos de Algodón, sercado su ambito de silletas baxas labradas de una piesa mui curiosas con esquisitos lustres; el tercero ambito de la Casa es la Camara Real de igual adorno, colgada de hamacas grandes y buenas camas en que dormian los Reyes; el cuarto tramo es dividido en despensa, y dormitorio de la familia … (Peguero [1762] 1975. 42).

También dice que del lado sur de la plaza, o sea de frente a la parte porticada de la casa del cacique, se encontraba una gran construcción, de unos 33 metros, que servía de casa de guardia y de cárcel; y hacia el oriente, a unos cincuenta pasos, se encontraba el templo o adoratorio el cual era de madera, de planta cuadrada, con 16,80 metros por cada lado y 4,20 metros de altura, con un techo piramidal rematado por un ídolo que los indios llamaban Dios de los truenos.

Estos datos contenidos en la Relación de Rodrigo de Escobedo, entregada a Cristóbal Colón a finales de diciembre de 1492, es como ya dijimos, la primera descripción detallada que se hace de la arquitectura indígena en la Española y donde se puede ver, como ya anotamos, que al menos las principales construcciones de la Villa de Guacanagarí tenían plantas cuadradas o rectangulares.

Otra importante relación que describe en este caso la villa del cacique Guarionex en la gran vega, la hace Alonzo de Ojeda en diciembre de 1493, y en la misma se evidencia el uso del embarrado en las paredes cuando dice que «el palacio y casas de los nobles, se diferencian de las casas de los plebeyos con algunos tabiques de barros que ponen en las junturas de los maderos, con que están cercadas.» (Peguero [1762] 1975. 67-68). Agrega que esas casas principales rodean una espaciosa plaza, no cuadrada. Esos tabiques de barro pueden referirse a paredes de bahareque, técnica constructiva utilizada por los indígenas.

De acuerdo a Ojeda, las casas de la villa, que eran de madera, con planta circular y con techo cónico con cubierta de yagua u otro tipo de material, estaban ordenadas sin disposición de calles, habiendo en la villa unas diez mil casas. En cuanto al mobiliario dice que tenían lienzos de algodón muy coloridos, asientos bajos de madera de una sola pieza y sus camas con esteras de juncos o palmas tejidas estaban

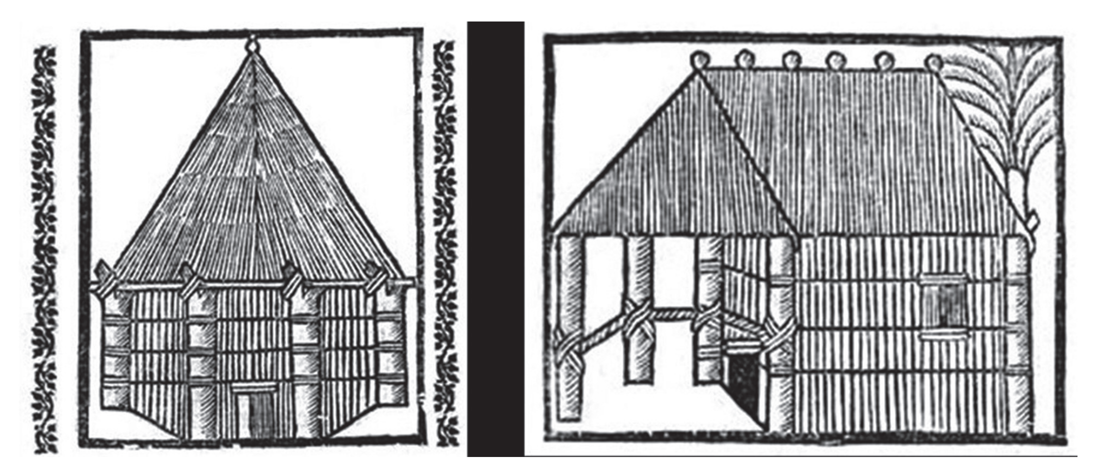


Figura 3
Dibujos de caney y bohío de la edición de 1535 de la Historia General y Natural de las Indias de Gonzalo Fernández de Oviedo

«entoldadas con sus pabellones para la defensa de los mosquitos» (Peguero [1762] 1975. 67).

Cuarenta y tres años después de que Escobedo escribiera su relación, se publica la primera edición del libro Historia General y Natural de las Indias, escrito por el cronista Gonzalo Fernández de Oviedo, quien fue alcaide de la Fortaleza de Santo Domingo, donde encontramos una de las más completas descripciones de los bohíos indígenas y que complementa lo que conocemos de la Relación de Escobedo.

Oviedo copia en su libro los dibujos de Pedro de Salcedo de 1492, (figura 3) pero sin dar los créditos de la fuente original, por lo que los mismos son conocidos como los dibujos de Oviedo de las casas indígenas.

Estos dibujos han ido cambiando en cada una de la ediciones posteriores hasta llegar a las de 1851 a cargo de José Amador de los Ríos y de la de 1959 a cargo de Juan Pérez de Tudela, donde aparecen los dibujos de F. Craus (figura 4), en donde se ve claramente una mala interpretación del dibujo del bohío, ya que le pone una cubierta a cuatro aguas y agrega una segunda ventana en la pared lateral.

Por estas descripciones y otras que dan otros cronistas a lo largo del siglo XVI, sabemos que los bohíos indígenas (nombre genérico que incluye a los bohíos y los caneyes), eran construidos con materiales vegetales y con la ausencia total de elementos de hierro, mineral desconocido por los indígenas.

Fray Bartolomé de las Casas hace la siguiente referencia en que puede verse como los españoles adoptan en principio los bohíos indígenas, a los que van realizando modificaciones: «Yo vide casa de éstas, hecha de indios, que vendió un español a otro por seiscientos castellanos o pesos de oro» (Sauer [1966] 1994. 102).

En relación a la adaptación de los españoles a los materiales y métodos constructivos indígenas Oviedo dice que: «Los cristianos hacen ya estas casas en la Tierra Firme con sobrados, e cuartos altos e ventanas; porque, como tienen clavazón, e hacen muy buenas tablas, y lo saben mejor edificar que los indios, hacen algunas casas de aquestas tan buenas, que cualquier señor se podría aposentar en algunas dellas» (Fernández [1535] 1959, 144).

Esteban Mira Caballos también sostiene que en los primeros momentos de la conquista y colonización, las casas, los hospitales y las iglesias se edificaron con materiales efímeros, formados por una simple estructura de madera rellena con otros materiales vernáculos. Considera que en las islas no existían oficiales ni maestros que supieran hacer ni tan si-

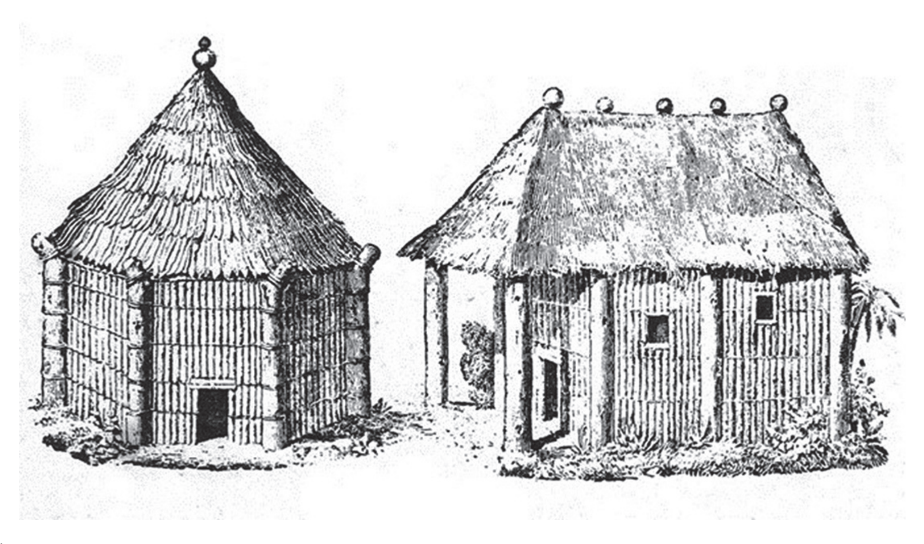


Figura 4
Dibujos de F. Craus que forman parte de la edición de 1851 de la Historia General y Natural de las Indias de Oviedo, a cargo de José Amador de los Ríos y de la de 1959 a cargo de Juan Pérez de Tudela

quiera cal y ladrillo. Además respalda la hipótesis de que la mayoría de los españoles venían con la idea de hacer fortuna y regresar a España, por lo que optaban por hacer sus viviendas con elementos vernáculos, es decir, con madera y paja, inspirados claramente en los bohíos o casas indígenas. (Mira 2000, 301-3).

Si bien estamos de acuerdo con que la mayoría de las construcciones eran ligeras, no creemos que hubo esa gran falta de maestros constructores, excepto en la primera década del descubrimiento, ya que según las investigaciones realizadas por Virginia Flores Sasso sobre los constructores europeos en La Española, menciona que es a partir de 1502 cuando llegan los grandes contingentes de constructores que incluían todo tipo de oficios. (Flores 2006).

El historiador Mira Caraballos concluye, con algo que sí estamos totalmente de acuerdo, y es que «durante décadas hubo multitud de edificios realizados con elementos vernáculos, es decir, con madera y paja, inspirados claramente en los bohíos o casas indígenas» (Mira 2000, 303).

A través de diversas descripciones de ciudades, villas y aldeas, podemos ver que durante toda la ocupación española la mayoría de las viviendas que se construyeron en la isla de Santo Domingo eran de madera y techadas de paja, hojas de palma cana o yaguas. También es muy significativo que a estas viviendas las llamaran básicamente bohíos, haciendo una clara referencia al bohío indígena, lo que insinúa una utilización, aunque con sus adaptaciones y modificaciones producto del avance tecnológico traído por los colonizadores, de la tipología de vivienda indígena encontrada en la isla, la que tenía algunas características similares a las barracas, chozos y otros tipos de viviendas rurales españolas de la misma época en cuestión.

Los españoles vieron con la facilidad que los indígenas cortaban una palma y sacaban de ellas las tablas (figura 5), con las que ellos construían sus macanas o armas defensoras, así como los pisos de las barbacoas y todo ello sin contar con ningún instrumento metálico. También observaron la dureza y durabilidad de las tablas de palma, la no necesidad de contar con un aserradero para extraerlas, así como la gran cantidad que de ellas había en toda la isla.

Habiendo observado los españoles las propiedades de las tablas de palma, hizo que las fueran adoptando en la construcción de sus viviendas, sustituyendo las tablas de madera por este nuevo material.



Figura 5
Extracción de las tablas de plama (Prieto)

Sobre el uso de las palmas Oviedo dice que*: «*…de las palmas que se dijo primero, es buena la madera para pocas cosas, así como cajas de azúcar e para cubrir casas, al modo de los indios, e de poca costa*» (*Fernández [1535] 1959. 125). No sabemos con exactitud a que elemento se refería Oviedo al decir que la madera de palma era usada por los indígenas para cubrir casas, o sea si era utilizada en la estructura del techo o en las paredes.

Las palmas más utilizadas en la construcción de bohíos son la palma real (*Roystonea hispaniolana*) y la palma cana (*Sabal dominguensis*). De la primera los indios obtenían las yaguas para cobijar sus bohíos. La yagua no es más que el tejido fibroso que rodea la parte superior y más tierna del tronco de la palma real, del cual se desprende naturalmente en todas las lunaciones. No hay datos precisos sobre la utilización de tablas de palma por parte de los indígenas, salvo la cita de Oviedo mencionada anteriormente. El no conocimiento del clavo hace difícil la utilización de las tablas de palmas, al menos colocadas horizontalmente en paredes como se usa en la actualidad. De la palma cana los indígenas utilizaban sus grandes hojas para cobijar sus bohíos.

Es bueno tener presente que las tablas de palma salen solo de la epidermis o córtex del estípite o tronco de la palma, descartándose todas las fibras que componen la médula o tejido fundamental. Es por tal motivo que las palmas no se consideran arboles maderables.

Hay evidencias de la utilización de las tablas de palma por parte de los españoles desde mediados del siglo XVII y ya para la segunda mitad del XVII las

exportaban para las Antillas Menores y otros puertos del Caribe. No se conoce de la utilización de tablas de palmas en viviendas, en España, ni en África, por lo que podríamos estar ante un nuevo material de construcción introducido por los españoles, precisamente en la isla de Santo Domingo.

La utilización de tablas, clavadas horizontalmente, hace que el modelo circular de bohío vaya quedando en desuso, predominando la planta rectangular, a la que los españoles introdujeron la división interior, si bien está reportado que las casas de los caciques estaban divididas en diferentes espacios. Otras de las modificaciones que introducen los españoles al bohío, es la mayor altura de las puertas y paredes, y la proliferación de puertas y ventanas.

En la arquitectura vernácula dominicana actual encontramos básicamente tres tipos de viviendas o bohíos, diferenciados fundamentalmente por el material utilizado en las paredes exteriores, ya que todas tienen un volumen simple de una sola planta, siendo sus cubiertas en la mayoría de los casos de palma cana. Los tres tipos utilizan una estructura portante similar, a base de horcones hincados directamente en la tierra, rematados por los durmientes o soleras y las llaves, que forman el cuadro perimetral superior de la estructura de las paredes, sobre la cual se apoya la estructura de la cubierta. (Prieto 2008).

Los tres tipos básicos de bohíos son: bohío de palos parados, bohío de bajareque y bohío de tablas de palma.

Bohío de palos parados

Este tipo de bohío tiene planta rectangular, sin galería. En casos excepcionales las paredes del bohío se dejan sin el embarrado (figura 6), pero esto sólo se ve en viviendas muy pobres. Las cubiertas suelen ser de hojas de palma cana, a dos aguas las de los bohíos más pobres y a cuatro aguas los mejores. No tienen ventanas, siendo las puertas de una sola hoja.

Dentro de este tipo sólo se encuentran bohíos pequeños, que constan de sala y un sólo aposento o dormitorio. Los pisos pueden ser tanto de tierra como de cemento, dependiendo del poder adquisitivo de los propietarios. En todos los casos vistos, el eje longitudinal de la casa está paralelo a la calle, estando la entrada principal por el lado largo. La única decoración existente en el exterior del bohío es el color de las paredes y las puertas. Al igual que los otros tipos de bohíos, la cocina y la letrina son dos cuerpos externos a la casa, ubicados detrás de la misma.



Figura 6
Bohío de palos parados sin embarrado (Prieto)

Las paredes de palos parados, de origen netamente indígena, están construidas a base de palos colocados verticalmente, uno al lado del otro. Fernández de Oviedo describe este tipo de pared de los bohíos indígenas y dice que de «poste a poste ponen cañas hincadas en tierra, someras, e tan juntas como los dedos de la mano juntos; e una a par de otra, hacen pared, e átanlas muy bien con bejucos.» (Fernández [1535] 1959).

Para hincar los horcones principales o pies derechos, los cuales tienen entre 12 y 15 centímetros aproximadamente, se hacen unos hoyos circulares en el terreno por medio de una coa, de unos 0,60 m de profundidad y con un ancho de 2 a 3 veces el diámetro del poste. Una vez colocado el horcón, se rellena en camadas el hueco con tierra y se apisona con un palo con punta. Los horcones principales se colocan en las cuatro esquinas, en la intercepción de la o las paredes interiores y a ambos lados de puertas y ventanas. También se colocan los horcones intermedios con una separación de aproximadamente una vara, o sea unos 0.80m.

Los horcones pueden tener en su parte superior forma de horqueta, para recibir los durmientes o soleras que sirven de arriostramiento, o están previamente preparados con un corte que proporciona un asiento a las soleras, las cuales se fijan primero en los lados largos de la planta, a unos 2 metros de altura aproximadamente. Dependiendo el largo del bohío, las soleras pueden ser de una sola pieza o unidas

al centro. Sobre éstas, se colocan las de los lados estrechos y las de las paredes interiores, a las que se les llama llaves. Sobre las llaves y en el eje longitudinal se colocan los pies de amigos o elementos verticales que sirven para apoyar la cumbrera, en los techos a dos aguas. Sobre el cuadro que forman las soleras o caballetes se coloca la estructura de la cubierta.

Una vez colocados los horcones principales, se procede a colocar los palos verticalmente, uno al lado del otro, los cuales se fijan a la solera y a la tierra y además se le coloca un palo horizontalmente y a una altura próxima a la de la solera, el cual se amarra con alambre dulce a cada uno de los palos verticales, dando rigidez a la pared.

Para lograr un mayor aislamiento con el exterior, a estas paredes se coloca un embarrado a base de tierra y boñiga, tanto exterior como interiormente (figura 7). La función de la boñiga o excremento de vaca es proporcionar a la mezcla la paja necesaria para estabilizarla y evitar la aparición de fisuras en el pañete. Una vez seco el pañete, se procede a pintar las paredes con pintura a la cal mezclada la mayoría de las veces con almagra u oxido rojo de hierro, al que llaman también polvo de mosaico. También es común que las dejen con el blanco natural de la cal. En el caso de las cocinas exteriores, normalmente se dejan sin embarrar, para que se ventilen y salga el humo de los fogones.

Bohío de bajareque

Este tipo, al igual que el anterior, tiene un volumen simple, con planta rectangular y carente de galería. Al igual que en el bohío de palos parados, las paredes suelen tener un embarrado en ambas caras, aunque en muchos casos no lo tienen, tal como sucede con las cocinas. Las cubiertas son a dos o cuatro aguas y normalmente de hojas de cana, ya que los techos de yaguas han entrado en desuso. Normalmente la fachada principal está desprovista de ventanas, encontrándose éstas sólo en los laterales. Algunos bohíos no tienen ventanas en sus paredes. En el caso de tener ventanas estas son de una sola hoja, mientras que las puertas pueden ser de una o dos hojas. La altura de las paredes del bohío la determina la altura de las puertas, ya que sobre el dintel de éstas, se colocan los caballetes que soportan la estructura del techo.

Este tipo de bohío siempre es pequeño y con un sólo aposento. La mayoría tiene el piso de tierra, pero también pueden tenerlo de cemento. Su entrada principal siempre está en el lado largo del rectángulo.

La técnica del bajareque, conocida con diferentes nombres alrededor del mundo, era ya conocida en la zona de Mesoamérica, durante la Época Preclásica, o sea desde unos 1700 años antes de la era cristiana. (Guerrero 2007, 196). Esa técnica era utilizada en las Antillas y tierra firme antes de la llegada de los colonizadores, a tal punto que la voz bajareque es de origen taíno.

La estructura de las casas con paredes de bajareque es similar a las de palos parados, pero en este caso el espacio entre horcones o pies derechos se cierra mediante un entrelazado de cañas, listones de mangle (*Conocarpus erecta*), leucaena (*leucaena leucocephala*) o cualquier estaca de madera verde, que mantenga su flexibilidad (figura 8).

Figura 7
Bohío de palos parados con embarrado (Prieto)



Figura 8
Bohío de bajareque sin embarrado en las paredes (Prieto)



Figura 9
Bohío de bajareque con embarrado (Prieto)



Figura 10
Bohío de tablas de palma de un solo aposento (Prieto)

Este sistema constructivo consiste en colocar horizontalmente una serie varas o estacas entre dos horcones, combadas una hacia delante y otra hacia atrás y así sucesivamente, colocando verticalmente entre ellas unas cuantas varas para lograr la autosujeción del seto o panel. Este sistema no requiere de clavos ni alambre para unir las partes, lo que facilita su construcción y la hace muy económica y por tanto más accesible a las poblaciones más pobres.

Estas paredes vienen normalmente cubiertas con una mezcla de barro mezclado con boñiga, o sea excremento de vaca, para estabilizar la tierra y evitar fisuras en el embarrado (figura 9). La boñiga, que tiene un alto contenido de paja, debe estar fresca en el momento de utilizarla. Posteriormente este embarrado se pinta a la cal, con color o no. Las paredes interiores tienen la altura de las soleras y en ocasiones en las fachadas laterales o culatas, los hastiales o cuchillas se cierran con hojas de palma enrolladas y amarradas entre sí.

Bohío de tablas de palma

Este tipo de bohío es el más utilizado y podría considerarse como la expresión de la arquitectura vernácula o rural, dominicana. Al igual que los otros tipos tiene un volumen simple, con planta rectangular (figura 10). Los techos son a dos o cuatro aguas cubiertos con hojas de palma cana. También podemos encontrarlos con láminas de zinc acanalado. Siendo el tipo más común, puede encontrarse en diferentes tamaños, desde pequeño con un sólo aposento y un espacio para la vida social, a más grande, con dos o tres aposentos con sala y comedor separados por el pasamano.

En cuanto a puertas y ventanas, se pueden encontrar dentro de este tipo todas las variantes: fachadas sólo con puertas; fachadas con puertas y ventanas; puertas de una y dos hojas; ventanas de una y dos hojas; persianas de celosías; así como ventiladores sobre las puertas y ventanas.

Los pisos de estos bohíos pueden ser de tierra, en los más pequeños y pobres, o de cemento, imitando mosaicos muchas veces, y con dibujos decorativos. Este es el único tipo de viviendas vernáculas que tienen galerías, pudiendo estar en un extremo, ocupando la mitad del lado corto del rectángulo o en el centro del lado largo. En el primer caso, que tienen sala, comedor y dos o 3 aposentos (figura 11), la fachada principal está en el lado corto del rectángulo de base, siendo paralela a la calle. Encontramos que en los bohíos más antiguos, el eje longitudinal está orientado Este-Oeste, para así lograr una ventilación cruzada Norte-Sur.

Estas tablas de palma, suelen ser de palma real, aunque también se usan otros tipos de palmas como la cana, el yarey y la manacla. Si bien hay indicios de que los indígenas antillanos las utilizaban, su desarrollo viene con la llegada de los españoles quienes como ya se ha dicho, vienen con herramientas metálicas desconocidas en el archipiélago, que le permitían sacar las tablas con mayor facilidad y con clavos de hierro, para la fijación de éstas a la estructura portante de madera.

Las paredes de tablas de palma, al igual que los otros tipos de paredes descritos, están compuestas de



Figura 11
Interior de un bohío de dos aposentos, con pasamanos entre sala y comedor (Prieto)

una serie de horcones enterrados a unos 85 centímetros aproximadamente de separación entre ellos y arriostrados por las soleras o caballetes, a unos 2 metros de altura sobre el terreno (figura 12). En el caso de los bohíos de tablas de palma, la estructura puede tener mejor terminación, estando inclusive los horcones principales trabajados con hacha, en sus cuatro caras.

Una vez levantada la estructura, incluyendo la de la cubierta, o sea cuando el bohío está «parado en blanco», se comienzan a clavar las tablas de palma horizontalmente, de abajo hacia arriba y solapándose unas a otras dos o tres centímetros. Las tablas de palma, con aproximadamente 10 centímetros de ancho, se colocan con la epidermis hacia fuera y se clavan con uno o dos clavos a cada uno de los horcones. Tradicionalmente y ante todo cuando se usaban los clavos de hierro forjado, que tenían una sección cuadrada, primero se hacía en la tabla un agujero con un berbiquí, por donde se clavaba el clavo, ya que por la dureza de la tabla de palma si no se hacía de esa forma la misma se rajaba. Esa buena práctica ha caído en desuso luego de que se introdujeran los clavos galvanizados industrializados, de sección circular, los cuales no impiden que las tablas se rajen.

Por la parte interior de las paredes, las rendijas entre las tablas de palma, se resanan con una mezcla de boñiga con ceniza, para impedir la entrada de aire, agua o alimañas, por las mismas. Recientemente esta mezcla está siendo sustituida por una a base de cemento, cal y arena, la cual inclusive se aplica a todo el interior de la pared y no sólo a las rendijas.

Las paredes de tablas de palma son encaladas por fuera y por dentro, pero agregando normalmente algún color a base de un pigmento mineral (figura 13). La pintura industrializada es también utilizada, por facilidad de obtención y empleo y por la amplia paleta de color disponible en el mercado.

Algo realmente sorprendente y que confirma la influencia española en el bohío dominicano es su distribución interior y su gran similitud con la barraca alicantina (figura 14), no solo en cuanto a la utilización de los espacios, sino también en el mobiliario y utensilios utilitarios y decorativos. (Seijo 1979)

Podemos concluir diciendo que el bohío de tablas de palma es la expresión de la arquitectura vernácula o tradicional dominicana, cuya estructura portante es



Figura 12
Bohío en el que se puede observar su estructura portante (Prieto)



Figura 13
Bohío con techo de cana (Prieto)

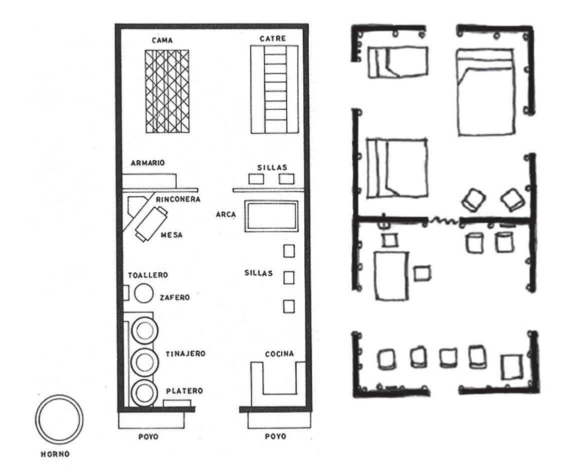


Figura 14
Similitud entre las plantas de la barraca y del bohío. Fuente: a) Seijo 1979, 53. b) Prieto 2008

similar a la empleada por los indígenas y que la utilización de las tablas de palma para las paredes, es una introducción de los españoles, utilizando un material autóctono y desconocido por ellos. La distribución interior y el mobiliario también es un aporte español, así como todo el vocabulario utilizado para los diferentes elementos que conforman el bohío.

Lista de referencias

Fernández de Oviedo, Gonzalo. [1535] 1959. *Historia General y Natural de Indias*. Edición y estudio preliminar de Juan Pérez de Tudela Bueso. Biblioteca de autores españoles. Madrid.

Flores Sasso, Virginia 2006. *Obra de Fábrica de la Catedral de Santo Domingo, Primada de América. Sus 20 años de Construcción, desde 1521 a 1541*. Tesis doctoral presentada en la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo.

Guerrero Baca, Luís Fernando. 2007. *Arquitectura en Tierra. Hacia la Recuperación de una Cultura Constructiva*. En Apuntes 2007.

Las Casas, Bartolomé de. 1972. *Primer Viaje de Cristóbal Colón. Según su Diario de a Bordo.* Recogido y transcrito por fray Bartolomé de Las Casas. Biblioteca Sopena Barcelona: Editorial Ramón Sopena, S.A.

Las Casas, Bartolomé de. [1520] 1987. *Historia de las Indias*. 3 vols. Santo Domingo: Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Editora Corripio.

Mira Caballos, Esteban. 2000. *Las Antillas Mayores. 1492-1550*. Madrid: Iberoamericana. Gráficas Almeida S.L.

Peguero, Luis Joseph. [1762] 1975. *Historia de la Conquista de la Isla Española de Santo Domingo, Trasumptada el año de 1762, Traducida de la Historia General de las Indias escrita por Antonio de Herrera.* Santo Domingo: Publicaciones del Museo de las Casas Reales.

Prieto Vicioso, Esteban. 2008. *El bohío como expresión de la arquitectura vernácula dominicana en la región sur.* Tesis Doctoral presentada en la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. Biblioteca virtual Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/handle/123456789/3373.

Sauer, Carl Ortwin. 1993. *Descubrimiento y Dominación española del Caribe*. Translated by Stella Mastrangelo. 2a ed., ed. Sociedad Dominicana de Bibliófilos. Santo Domingo: Editora Corripio.

Seijo Alonso, Francisco G. 1979. *La vivienda popular rural alicantina*. Vol. I y II. Segunda ed. Monografías Regionales, ed. Ediciones Seijo Alicante. Alicante: Editorial Villa, 1973. Reprint.

Análisis constructivo y criterios de intervención en el castillo medieval de Matrera (Villamartín, Cádiz)

Carlos Quevedo Rojas

No cabe duda de la importancia que las fortificaciones fronterizas (en un sentido amplio, dado lo variado de su tipología y expresión formal) constituyen en el corpus arquitectónico del legado de los nazaríes, aunque, paradójicamente, hayan sido objetos patrimoniales escasamente estudiados.

El Cerro donde se ubica la fortaleza de Matrera o *Qal´at al-Ward* (Gutiérrez y Martínez 2015, 10) forma parte de la extensa Serranía de Ronda, en la zona más occidental, y se asienta sobre una pequeña explanada desde donde se obtiene una amplia panorámica del Valle del Guadalete y de la Sierra de Grazalema.

En la Edad Media, y principalmente en el siglo XIII (reconquistas) se ubica Matrera en la frontera nazarí, siendo de gran importancia. Reconquistada en 1.256, fue en esta época la fortificación cristiana más avanzada por la zona noroccidental siendo la única que sobrepasaba la línea marcada por el río Guadalete. De esta forma, estaba en contacto visual con otras plazas enemigas como las de Zahara y Hortales (ésta en contacto con Aznalmara y Cardela), así como con las cristianas de Cote, Bornos, Arcos y Espera.

Son muy pocas las fuentes que hablan sobre la historia del Castillo y de la Villa de Matrera. En este sentido no se ha dedicado un estudio monográfico del propio Castillo, sino aportaciones en artículos de revistas, actas de congresos, monografías más genéricas, etc., siendo el más relevante el recientemente publicado por J.M. Gutiérrez López y V. Martínez Enamorado antes reseñada, que recaban bastante información sobre una temática contextual más amplia.

Existen sin embargo documentos históricos y crónicas sobre Matrera, principalmente entre los siglos XIII y XIV, de los que cabe destacar el más antiguo, el «Real privilegio del 10 de junio de 1256» del rey Alfonso X, sobre la cesión de ésta a la Orden de Calatrava: «la villa e el castiello». (González 1991, 198-200)

A Matrera le falta para poder desarrollar un análisis histórico mucho más exhausto unas excavaciones sistemáticas arqueológicas regladas y no prospecciones superficiales que permitan conocer las raíces del monumento que permanecen escondidas (se desconoce su pasado andalusí), así como una lectura estratigráfica más profunda basada no sólo en la comprensión de los elementos emergentes sino de una caracterización y ensayos de materiales que componen las fábricas, especialmente la argamasa. Sí decir que existe un registro arqueológico mueble de elementos encontrados que permiten realizar una primera aproximación historiográfica.

Aunque el periodo más activo del Castillo se ubica en la Baja Edad Media, en la que se datan la mayor parte de las estructuras emergentes, se han localizado en superficie restos tartésicos e ibéricos, que durante el primer milenio antes de Cristo también utilizaron el cerro de Pajarete como atalaya estratégica. El abandono de la fortaleza tuvo lugar con el final de la conquista del Reino de Granada en 1492, a partir del



Figura 1
Vista de la torre del homenaje del Castillo de Matrera antes de su colapso parcial en 2013

cual su declive debió acentuarse, quedando reducido a los restos que se observan en la actualidad.

Análisis constructivo de la Torre del Homenaje del Castillo de Matrera

Previamente, hemos describir funcionalmente el Castillo de Matrera: Desde un punto de vista militar y poliorcético, como base funcional, el lugar aprovecha la pequeña explanada de la cumbre del cerro para convertirse en bastión casi inexpugnable. La cara norte del castillo, por donde la pendiente cae casi en vertical, es particularmente apta para la defensa, aprovechando las enormes rocas calizas naturales como potente refuerzo de la muralla.

El castillo se divide formalmente en dos partes bien diferenciadas: la torre del homenaje, rodeada por un estrecho recinto amurallado en su lado sur y este (camisa interior), y el gran patio de armas, circunvalado por una muralla que lo ciñe completamente, con dos puertas de acceso, una en la cara occidental, llamada Puerta de los Carros, y otra en la meridional, llamada Puerta del Sol.

Por la configuración formal y dimensional de las puertas, se puede decir que se realizan de maneras muy diversas, siendo la Puerta del Sol más bien una poterna, con un ancho de 2,35 metros, y flanqueada por un solo cubo, con un arranque visible de un arco de medio punto que cubría la misma, con acceso directo al patio de armas. La Puerta de los Carros, más imponente, hacia el oeste, se flanquea por dos cubos, con un ancho de puerta de 5,20 metros. Apenas emerge frente a la Puerta de los Carros una estructura mural que podría ser un volumen construido para realizar una entrada en recodo, muy típica de la arquitectura defensiva árabe. La discontinuidad existente entre el lienzo de muralla y los cubos que conforman la Puerta de los Carros hace pensar en la construcción en periodos diversos.

La muralla cuenta con seis cubos de flanqueo, más los dos que conforman la entrada de la Puerta de los

Carros y el de la Puerta del Sol, que funcionalmente servían para hostigar al enemigo y estructuralmente para darle una mayor inercia a los lienzos de muralla.

El patio de armas, de planta irregular ligeramente elíptica, es de una gran amplitud, con una longitud de 187 metros en su eje mayor (E-O) y un perímetro amurallado de 505 metros, cuya muralla tiene un espesor de 2,10 metros. Se adapta en su forma a los niveles topográficos del terreno circundante. Dicho patio de armas serviría de refugio para la población y el ganado en momentos de amenaza bélica. Hay autores que consideran errónea esta identificación y piensan que se trataba de una cerca urbana y, aunque se sabe de la existencia de la Villa de Matrera por los escritos de Alfonso X, hasta hoy no se han encontrado vestigios de su ubicación exacta. En cualquier caso, la amplitud de este recinto amurallado contrasta enormemente con el resto de fortificaciones del entorno comarcal. Se presupone la existencia de uno o varios aljibes en la plaza de armas.

Si era tomado este lugar, todavía quedaba un último bastión por expugnar, la Torre del Homenaje con su camisa amurallada interior. La torre del homenaje se alza en el sector norte, en el lugar más infranqueable, donde la pendiente es más abrupta. Es de planta rectangular, de 14,40 metros de largo (E-O) por 8,70 metros de ancho (N-S). Los muros tenían un grosor de 2,75 m en sus flancos este y oeste y 1,75 m en sus flancos norte y sur. Quedaba delimitada por la camisa interna o pequeña muralla que defendía la torre en su parte este y sur del patio de armas. El acceso a la torre, por tanto, se hacía desde el interior de la camisa interior en su planta baja y, existen imágenes en las que se aprecia un pequeño acceso a la planta primera en el desaparecido muro norte, posiblemente accediendo desde la muralla en esta cara mediante unas escaleras.

La Torre tenía antes de su reciente derrumbe dos plantas cubiertas, ambas con bóvedas de cañón (figura 2). La planta primera era donde se ubicaba la sala de armas y en la planta baja la sala principal. Se conservaban los muros norte, sur y oeste, tres saeteras, una en la planta baja, en su flanco oeste, y dos en la planta primera (flancos sur y oeste), destacando por su amplio desarrollo vertical.

Se apreciaban los restos de un paso de ronda o adarve protegido por muretes en el terrado superior, cobrando éste especial importancia por ser el punto más alto y con más perspectiva del territorio que servía para ver y ser vistos por el resto de torres defensivas como base de toda la lógica militar y estratégica de la fortificación. Por la lectura estratigráfica de los paramentos, se puede apreciar que en este último cuerpo se construye en una etapa posterior una pequeña bóveda que cubría el acceso al terrado, viéndose claramente en el muro sur las almenas que componían el cuerpo principal.



Figura 2
Vista del interior de la torre del homenaje antes del colapso en 2013 de sus dos bóvedas y muro norte

Siendo primero una fortaleza islámica (se perciben aún los estratos de tapial en su base), su pronta conquista la transformó profundamente hasta hacerle adoptar su configuración más emergente actual.

Su poliorcética se resumiría, por tanto:

- compartimentación de la defensa: descrita anteriormente
- resguardo de aproches: sin foso seco ni puente levadizo.
- elementos de flanqueo: lienzos de muralla entre ocho cubos de planta cuadrada y uno de

planta rectangular, dispuestos en planta irregular más o menos elíptica sin estar ninguno de ellos de forma perpendicular para provocar hostigamiento.
- control de la vertical: Carece de elementos.
- cierre y defensa de huecos y vanos: En la Puerta del Sol quedan restos de las impostas de la misma. Tendría mínimo 8 pares de puertas (según texto de 1402).
- merlatura y almenaje: No quedan restos en las murallas, sólo en el terrado de la Torre, queda resto de un paso de ronda con almenas incrustadas en la fábrica como fase constructiva previa.
- salidas alternativas (minas y poternas). No hay indicio de ninguna mina. La Puerta del Sol podría tener la consideración de poterna siendo la única puerta la de los Carros.
- incidencia estructural de la artillería pirobalística: obviamente, ninguna.
- aguada (captación, conducción, almacenamiento, y evacuación): Existe al menos un aljibe en el patio de armas que actualmente no se sabe dónde se ubica pero hay documentos que hablan de su limpieza en 1413. Posiblemente exista otro en el interior de la Torre del Homenaje, en caso de asedio. Al desconocerse la ubicación de la Villa de Matrera, no se sabe si el mismo abastecía tanto a la fortaleza como a la villa, pero en caso de pérdida del poblado más desprotegido, hombres y bestias podrían retirarse a la fortaleza, donde, convenientemente abastecidos, serían capaces de soportar un largo asedio.
- fuegos (cocinado y calefacción): no quedan restos apreciables.
- hornacinas, tacas, letrinas y poyos: no quedan restos apreciables.

Se ha de reseñar que constructivamente, debido a que la mayor parte del cuerpo emergente se construye entre mediados del siglo XIII y segunda mitad del siglo XIV, su autoría se atribuye o la Orden de Calatrava o al Cabildo de Sevilla, que fueron los que tuvieron el poder del castillo. Aun así, su lectura estratigráfica sugiere varias fases constructivas.

Constructivamente, el material empleado en la muralla externa es la mampostería careada de piedra caliza del lugar, con hiladas regulares y enripiados en las filas superiores e intermedias, rejuntado con argamasa y relleno interior de piedras irregulares y argamasa, y con refuerzos de sillares en los ángulos: es el mismo sistema utilizado en la mayor parte de la Torre del Homenaje. Uso de la cal en la unión de bloques y enlucido de muros, con un acabado llagueado exterior del recinto amurallado. En algunas zonas tanto de la Torre del Homenaje como de la camisa interna se pueden observar aún restos de enlucido de color blanco y beige en las llagas y en la superficie de algunos mampuestos, indicando que los paramentos estuvieron completamente enlucidos con cal y arena.

Examinando en detalle los distintos paramentos que componen, principalmente, la Torre del Homenaje y su camisa interna próxima, apreciamos diversas variaciones constructivas que desarrollan diversos estratos y fases constructivas, como es el empleo de ripios, fragmentos de piedras irregulares no careadas, diversos tipos de fábricas alternando mampuestos con lajas de piedra, material latericio, distintas tonalidades en la argamasa que servía de enlucido, tapiales; todo esto combinado con distintas combinaciones de paramentos, donde algunas veces se superponen, otras se anexan, otras se encastran y otras se adosan. Recientemente el arqueólogo José María Gutiérrez López escribe en «A los pies de Matrera (Villamartín, Cádiz), un estudio arqueológico del oriente de Sidonia» un artículo que detalla la lectura estratigráfica de esta zona del Castillo, proponiendo de forma provisional una matriz (Gutiérrez y Martínez 2013).



Figura 3
Detalle de la fábrica en la coronación del muro sur. Se puede apreciar el recrecido sobre las almenas en distintas fases

El mejor estado de conservación de la fábrica, y más concretamente de la argamasa en las juntas, en los lienzos de muralla respecto a los de la torre puede deberse a la diferencia de la exposición atmosférica y de degradación de la misma o bien a que se hayan construido en periodos distintos. Para una mejor descripción de la evolución histórica del conjunto habría que hacer un análisis de caracterización sobre la argamasa, que abarcaría la descripción petrográfica, análisis porométrico, propiedades hídricas, etc. para una posterior interpretación de resultados.

Las bóvedas de cañón de la torre del homenaje (antes de su reciente derrumbe, aunque permanecen los arranques que se pretenden conservar y consolidar) se construyen de forma diversa: la de la planta baja con lajas de piedra irregulares y la superior en ladrillo. Esta diferencia de materiales entre las dos bóvedas que, sin embargo, son idénticas en su trazado y dimensiones puede obedecer a diversas causas: una podría ser que se construyeran en dos fases o etapas constructivas distintas; otra, que la superior fuese construida con ladrillo en lugar de piedra, bien por ser un material más barato y fácil de conseguir, bien por aligerar el peso y evitar un derrumbe en previsión de una sobrecarga estructural. Ambas bóvedas vienen tomadas con argamasa que ha ido desapareciendo en las juntas, sobresaliendo los volúmenes de las lajas y ladrillos. Un análisis de la argamasa nos indicaría si se ejecutaron en la misma época o no.

Se podía apreciar antes del reciente derrumbe que la continuidad constructiva en los muros de apoyo con respecto a la bóveda de cubierta hace entender a éstos como un único elemento construido en el mismo periodo. Es este caso, estaríamos ante una concepción técnica relativamente avanzada en el diseño arquitectónico de esta construcción, ya que no es frecuente este tipo de distribución de diferentes materiales en la zona, aunque el uso de bóvedas de cañón con materiales cerámicos ya se usaba en la época romana.

Algunos autores dicen que se forma por dos plantas, que se dividirían con entreplantas de madera y un terrado. Es cierto que en el arranque de la bóveda de la planta superior, así como en la de la planta inferior (aunque más bajo y nos puede dar una aproximación de dónde podría estar la cota original), aparecen mechinales donde se deberían ubicar las cabezas de antiguas vigas de madera (líneas de impostas), que bien podría constituir un forjado de madera, o unos tirantes para disminuir los empujes en los muros laterales a esa altura o para colocar la cimbra provisional para la ejecución de la propia bóveda.

En los muros interiores que rodean a la torre o camisa interior aparece una parte de tapial, recubierta y reconstruida con mampostería, práctica que fue frecuente entre las construcciones defensivas andalusíes en el periodo almorávide-almohade. También aparece el tapial (*al-tabiya*) en la parte anexa a la torre entre ésta y la camisa interior en la cara sur (figura 4). Estas construcciones son del periodo andalusí, mientras que el resto serían de un periodo posterior y que tiene más lógica de que fuese previo a la conquista, ya que, tras ésta, lo que describen los escritos de principios del siglo XIV es relativo a trabajos de reparación del castillo de Matrera. Es decir, tiene más lógica pensar en que se construyó en diversas fases, como se observa claramente en el paramento mural sur de la Torre, pero hay una falta de documentación histórica e investigación para una datación más exacta.



Figura 4
Vista de la camisa interior este. En el estrato inferior, se aprecia la fábrica de tapial calicastrado

Según Gutiérrez López y Martínez Enamorado, «En este conjunto se observan hasta cinco niveles de tapias, en los cuales la erosión ha dejado al descubierto su composición, predominando hormigones de grano fino frente a tapias con alta frecuencia de gravas, materiales pétreos masivos y tierra. La mejor conservación de la superficie de la tapia de base permite observar que el encofrado fue realizado usando la técnica del calicastrado» (Gutiérrez y Martínez 2003).

Restos de solería no se aprecian, como tampoco de las escaleras como elemento constructivo, aunque se supone que quedarían anexas al muro oriental por la configuración estructural de las bóvedas, en un sólo tramo por semejanza con otras torres. Otra opción es la que se describía anteriormente de acceso a la planta superior desde el exterior por el muro norte. Tampoco quedan restos de las carpinterías de madera. Sí que se ha podido apreciar en las obras de restauración que el revestimiento del solado de la planta superior estaba realizado con una argamasa continua de mortero de cal sobre los estratos de relleno de piedra y piezas cerámicas del trasdós de la bóveda.

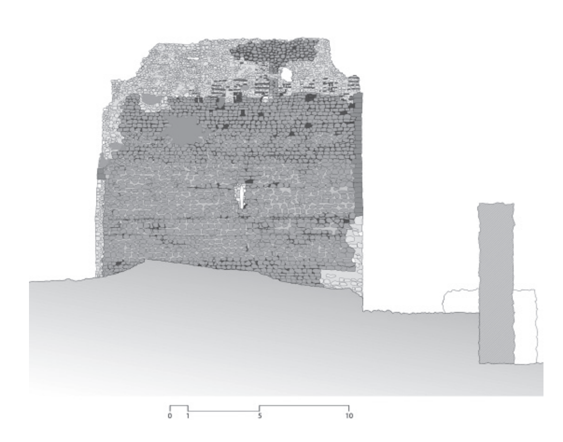


Figura 5
Alzado sur de la Torre en su estado actual y previo al colapso

Sobre la restauración de la Torre del Homenaje del Castillo de Matrera

Con referencia al proyecto de restauración llevado a cabo a partir de un informe sobre el estado de conservación de la Torre del Homenaje del Castillo de Matrera, redactados por el mismo autor que suscribe estas líneas, hacer referencia a que en la publicación *Apuntes sobre el Castillo de Matrera: su Arquitectura y Restauración* se desarrolla de forma más detallada desde el análisis estructural y patológico de la misma hasta la explicación de los proyectos de consolidación y restauración (antes y después del colapso de todo el muro norte y sus dos bóvedas) así como sus criterios de intervención, haciendo referencia a los distintos acontecimientos y procedimientos que se han venido desarrollando desde el 2010 hasta la actualidad (Quevedo 2013).

A modo de resumen, se cita a continuación la conclusión que se hizo en el informe del estado de conservación en abril de 2011: «Como conclusión, decir que en el estado actual en el que se encuentra la Torre, hay un grave problema de estabilidad de la misma marcado por los dos condicionantes anteriores (estado de las bóvedas y del muro norte) y que cualquier mínima variación de su estado de equilibrio (sobrecargas o esfuerzos horizontales), provocaría el colapso total de la misma, especialmente el muro norte y ambas bóvedas». El informe concluye con un avance de intervención con un paquete de medidas a tomar de forma urgente, a corto, a medio y a largo plazo. Como medida urgente se cita:

«Dicha consolidación estructural base para evitar el desplome de la torre se dividiría en dos partes:

a) Por un lado el refuerzo del muro norte inferior donde actualmente es esta pequeña sección la única que está soportando todas las cargas de las dos bóvedas correspondientes a su área de influencia, así como todo el peso propio del muro norte en sus dos plantas. Hablamos, como concluimos en el análisis estructural, de un gran peso, además con cierta excentricidad en su resultante, que apoya en una pequeña sección de muro.
b) Por otro lado tenemos que garantizar la estabilidad de las bóvedas. Para ello, hemos de evitar que sigan trabajando a cortante y tracción que es lo que actualmente está provocando el colapso de las mismas, haciéndole que vuelvan a trabajar a compresión que fue para lo que fueron construidas mediante su atirantado».

A partir del informe presentado, se recibe notificación por parte de la Delegación Provincial de Cultura de Cádiz, y, en base a las medidas y criterios establecidos en dicho informe, en el que «se considera como obras a realizar de forma urgente la consolidación estructural de la Torre del Homenaje» solicitándose el correspondiente Proyecto de Consolidación de la Torre del Homenaje del Castillo de Matrera.

El proyecto de consolidación, redactado por el mismo autor básicamente, establece las medidas y soluciones técnicas a adoptar para consolidar estructuralmente la torre para evitar el colapso de la misma.

El fin de semana del 12-14 de abril de 2013, estando a la espera del correspondiente permiso de obras y tras unas fuertes lluvias se produce el colapso total del muro norte y de las dos bóvedas de cañón de la Torre del Homenaje. En mayo del mismo año se requiere por parte de la Delegación de Cultura de un nuevo proyecto de restauración y consolidación que «garantice el mantenimiento y estabilidad de los restos existentes».

El nuevo proyecto afronta una nueva actuación para la consolidación y restauración de los dos muros que quedaron en pie para evitar su degradación y colapso. Quedó el muro sur, íntegro, que no sufrió ningún tipo de derrumbe, y parte del muro oeste (ya que lo que ocupaba la sección del muro norte de unos 180 cm aproximadamente que encastraba con el muro oeste, también sufrió el colapso). Las dos bóvedas también colapsaron totalmente, quedando sólo parte de sus arranques sobre los mechinales en el muro sur.

Pero la propuesta no afronta sólo la consolidación estructural de estos dos muros (los que tienen realmente una mayor incidencia paisajística y visual), sino que pretende evitar la continua degradación de los elementos constructivos expuestos, como son los muros «descarnados», la limpieza superficial y consolidación de los dos elementos murales, además de afrontar la recuperación volumétrica de la Torre por su relevancia iconográfica e incidencia ambiental en el entorno de la comarca.

De esta forma se consigue una restitución volumétrica del elemento original de la Torre, haciendo una distinción entre la fábrica auténtica y la fábrica que se le añade para su recomposición, realizando una puesta en valor de la fábrica de piedra auténtica y original. De esta forma se garantizan los criterios de:

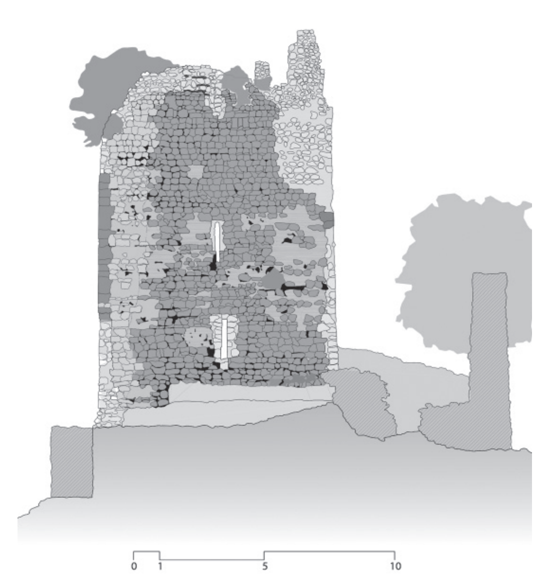


Figura 6
Alzado oeste de la Torre en su estado previo al colapso

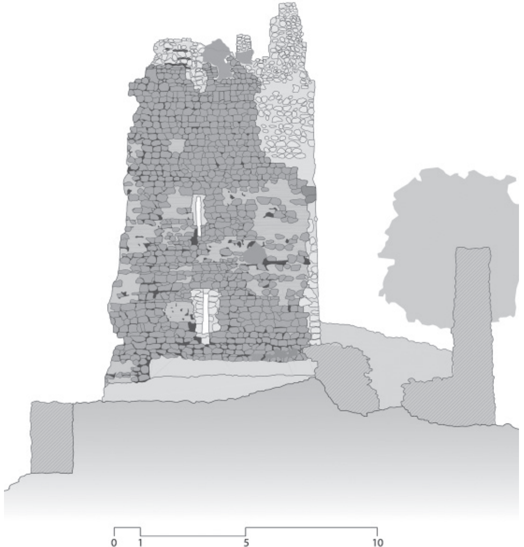


Figura 7
Alzado oeste de la Torre tras el colapso

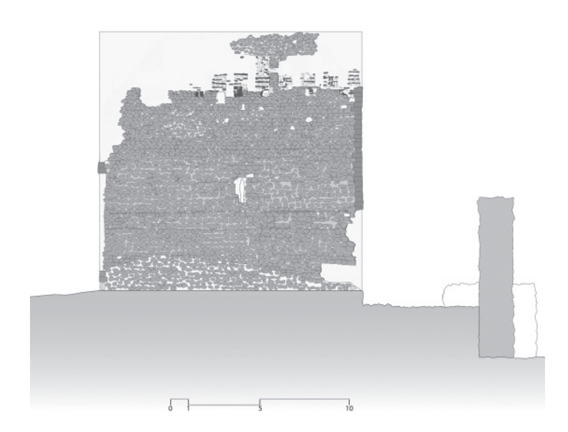


Figura 8
Alzado sur tras su restauración

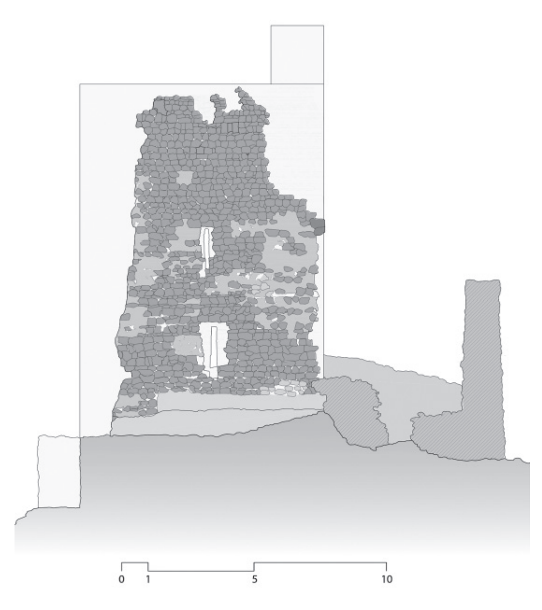


Figura 9
Alzado oeste tras su restauración

historicidad, autenticidad, compatibilidad, distinción y reversibilidad.

«La restauración debe de mirar al restablecimiento de la unidad potencial de la obra de arte mientras sea posible sin cometer un falso artístico o un falso histórico, y sin cancelar cada trazado del pasaje de la obra de arte en el tiempo» (Brandi 1963).

Elementos constructivos hallados durante la fase de ejecución de las obras de consolidación y restauración

Actualmente se están llevando a cabo las obras de consolidación y restauración de los elementos emergentes que quedan en la Torre del Homenaje del Castillo de Matera. Durante las mismas, han aparecido algunos hallazgos inéditos que vislumbran nuevos datos sobre la historia del monumento.

Tras el colapso producido, como se ha explicado anteriormente, del muro norte y las dos bóvedas, se realizó la limpieza de toda la parte colapsada en la base de la torre, que era necesaria para poder incorporar los medios para la ejecución de las obras, nos fuimos encontrando algunos restos cerámicos no sólo de los ladrillos de la bóveda superior, sino también restos de vasijas y utensilios muebles que fueron donados al Museo Arqueológico de Villamartín.

El colapso del muro norte dejó a la vista en la esquina noroeste de la Torre del Homenaje, en su parte



Figura 10
Arco en latericio oculto en el ángulo noroeste de la base de la Torre

inferior parte de un arco realizado con latericio que estaba adosada y, por lo tanto, oculta al ángulo de la base de la torre (figura 10). Este arco o inicio de bóveda, que en principio parece de medio punto (el propio terreno impide ver la línea de imposta) evidencia que la fábrica queda enrasada sin indicios de que ninguna pieza quede tallada o la argamasa recortada, lo que indica que sería el primer plano bien de una puerta de entrada o de un elemento de contención a modo de criptopórtico.

Este elemento deja en constancia de que la configuración inicial de la zona de la torre del homenaje y camisa interior era muy diversa a la que se realizó en fases posteriores. Una excavación arqueológica en el interior de la torre y en su perímetro colindante, vislumbraría más datos certeros sobre la estratificación y configuración original del inmueble y su evolución constructiva.

También encontramos a unos dos metros por debajo de este arco y un poco más hacia el norte, justo donde la muralla exterior se quiebra a modo de chaflán para realizar en encuentro con la base de la torre, tras la limpieza del terreno para preparar la base del contrafuerte norte, una pequeña bóveda, antes oculta realizada con lajas de piedra irregulares de piedra caliza y en pendiente descendente hacia el interior de la muralla, atravesando la misma (figura 11). Dicha bóveda cubre una luz de unos 70 cm, aunque puede que en su base sea mayor ya que el propio terreno la cubre y sólo se vislumbra la parte superior.



Figura 11
Pequeña bóveda de lajas de piedra inclinada oculta en la misma esquina noroeste de la Torre

Ambos elementos, anteriores a la fase constructiva del cuerpo principal de la torre del homenaje, que se puede datar entre mediados del s. XIII y finales del XIV, según la matriz estratigráfica establecida por J. Mª Gutiérrez, podrían estar en correspondencia con la etapa constructiva previa de los siglos X-XI vinculados con la fábrica de tapial.

Ya que el recinto amurallado emergente posiblemente fue construido a posteriori, podría tratarse de una entrada a la estructura existente sobre la que se construyó la torre y elementos anexos, de la que hasta ahora sólo quedaban el zócalo y algunos restos de tapial, además de los elementos mueble. En este punto sólo son indicios de lo que una excavación arqueológica podría sacar a luz, y por lo tanto, sólo una hipótesis sobre dichos vestigios en relación con lo ya existente, sin base fundamental alguna.

Por otra parte, cuando se realizó la limpieza de todos los elementos colapsados en el interior de la torre para llegar a la cota en la que encontraba el terreno antes de su derrumbe, los operarios de forma puntual junto al muro sur, cerca del tramo este, en su parte interior, realizaron el rebaje buscando la cota previa al colapso por debajo de la misma ordenando la dirección facultativa que se repusiera la remoción que se hizo.

Dicho rebaje también vislumbró un elemento inédito y desconocido que en torno a un metro y medio por debajo de la línea de impostas de la bóveda inferior, aparecía un ensanchamiento hacia el interior del muro de unos 40 cm de anchura, encontrándose con su revestimiento original. Dicho revestimiento está realizado con mortero de cal, de tonalidad blanca/beige y aparecen indicios de un fresco en color negro y rojizo (figura 12).

Este hallazgo supone una reinterpretación y un punto de partida sobre lo que se supone que quedaría por debajo de la cota de relleno (estimada en unos 2,70 metros en relación con la línea de impostas de la bóveda superior) que era la continuidad enrasada del paramento superior, siguiendo el mismo grosor de muro. Este quiebro o ensanchamiento que se produce a esta altura no tiene sentido como apoyo de un elemento intermedio ya que o bien quedaría ubicado a la altura de los mechinales, o bien se encontrarían

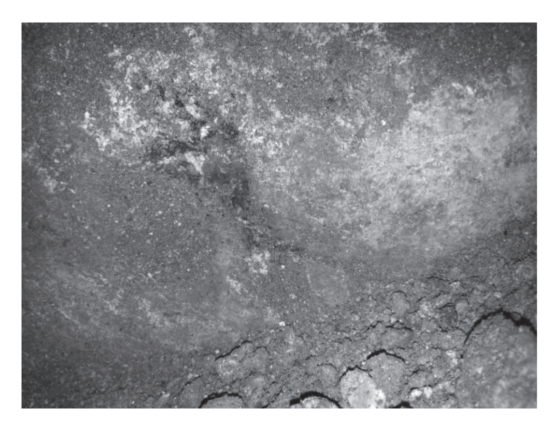


Figura 12
Recodo con revestimiento original del interior del muro sur de la Torre con mortero de cal blanco-beige con indicios de fresco negro y rojizo, por debajo del estrato de relleno

elementos de empotramiento en el muro. Tampoco tiene sentido de que sea el propio elemento de cimentación base de la torre, que se encontraría más abajo, ya que entonces no permanecería revestido en su interior. Puede, y es sólo una hipótesis, que se trate de una estructura preexistente sobre la cual se recreció el muro de fábrica de piedra que queda hoy en pie y sobre la que se le aplicó un revestimiento en continuidad con los paramentos enlucidos interiores de la torre.

Este elemento, al igual que los anteriores, son los primeros indicios y puntos de partida para una futura excavación arqueológica que resuelva las cuestiones planteadas realizando una lectura más certera sobre la historia del inmueble.

Otros elementos descubiertos de gran interés e inéditos los encontramos en los paramentos exteriores del muro oeste. Durante la fase de ejecución de la consolidación de las fábricas que quedaron en pie tras el colapso, se están levantando dos contrafuertes siguiendo la volumetría original de la fábrica. En el del muro oeste, era necesario previo a la limpieza de la base donde apoyaría el contrafuerte, limpiar y consolidar las zonas superiores del muro oeste para evitar desprendimientos de las piedras sueltas tras el colapso. Se colocó un sistema de andamiaje que, por primera vez, dejaba accesible la zona superior del paramento de dicho muro hasta su coronación.

En esta parte superior se observaron en algunos puntos de la fábrica el revestimiento de la misma con cerámica vidriada verde, algo inédito e inesperado en este tipo de torres. Se encuentran en varios puntos de la misma en el tercio superior y adosadas no sólo directamente sobre la piedra caliza sino también sobre las juntas de argamasa. Las piezas son irregulares con un tamaño aproximado de un centímetro (figura 13).

Según en los elementos muebles encontrados en las prospecciones, según Gutiérrez López, aparecen bastantes restos de este tipo de cerámica vidriada verde («durante la segunda mitad del siglo XII, parecen generalizarse en esta producción las cubiertas vidriadas en verde, llegando a ser característico de una producción casi masiva», (Gutiérrez y Martínez 2015, 106), lo cual implicaría también que no se trata de algo puntual sino que podría tratarse realmente de un elemento decorativo utilizado en el exterior de la torre. Los futuros trabajos de restauración y consolidación de los paramentos, cuando se coloque el sistema de andamiaje, nos ayudarán a vislumbrar y ubicar con exactitud los distintos puntos donde se colocan dichas piezas para una posible lectura del mosaico formado por dichas piezas.

Se descarta la posibilidad de que dichas piezas cerámicas fuesen mezcladas con el mortero de cal utilizado como enlucido exterior (como ya es sabido la

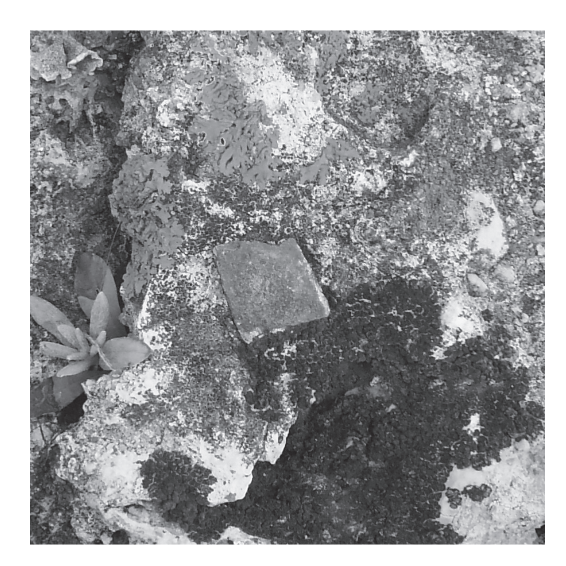


Figura 13
Revestimiento en la coronación externa del muro oeste de piezas de cerámica vidriada verde



Figura 14
Tonalidad blanca-beige del revestimiento de cal original del exterior de la torre, por debajo de la pátina o costra. Comparación del RAL con las muestras de cal a aplicar en la restauración



Figura 15
Bloque de bóveda superior del terrado colapsado en la ladera. Se observa el buen estado de conservación del enlucido interior blanco original

torre estaba revestida interior y exteriormente por un mortero de cal) ya que el mismo precisa de cierta finura de grano para su acabado final, con mortero de cal mezclado con arena, produciendo una tonalidad blanca-beige (figura 14). Además dichas piezas se colocan de forma vertical y no irregular a la fábrica, lo que indica sin duda que se trata de un revestimiento exterior de la torre.

Siguiendo con el mismo discurso sobre los revestimientos, se ha de mencionar también que en el revestimiento interior correspondiente a la pequeña bóveda del recrecido superior que servía de acceso al terrado también estaba revestido completamente en blanco. De hecho se puede apreciar en la ladera tras el derrumbe cómo se conserva perfectamente dicho revestimiento con un acabado continuo (fig. 15) en una gran pieza de bóveda colapsada. Sin embargo, en el interior de los paramentos que se han mantenido en pie en este último tramo, se aprecian ciertas manchas de color rojizo sobre el enlucido a modo de frescos. Al igual que en los elementos anteriores, una vez se pueda acceder con andamiaje a dicha zona, se podrá tener un mayor alcance y conocimiento de las mismas.

También mencionar como curiosidad que se encontró en las inmediaciones exteriores al muro este, la pieza que servía de dintel o alféizar a una de las dos saeteras, posiblemente la inferior. En dicha pieza, labrada con forma rectangular, se aprecia en una cara un orificio que serviría de gozne de una carpintería, seguramente de madera para su clausura.

El desarrollo de las obras que ahora se ejecutan vislumbrará más detalles sobre los elementos constructivos del Castillo de Matrera.

Lista de referencias

Antón Solé, P.; A. Orozco Acuaviva. 1976. *Historia medieval de Cádiz y su Provincia a través de sus Castillos.* Cádiz: Diputación Provincial de Cádiz.

Benítez Ragel, N. 1989. «Castillo de Matrera: aproximación histórica y arquitectónica». *Revista de Humanidades. Páginas de Jerez.* 1: 69-77.

Brandi, C. 1963. *Teoria del Restaruro*. Torino: Edizioni di Storia e Letteratura.

González Jiménez, M. 1991. *Diplomatario Andaluz de Alfonso X.* Sevilla: Fundación El Monte.

Gutiérrez López, J. M.; V. Martínez Enamorado. 2003. «Matrera (Villamartín): una fortaleza andalusí en el Alfoz de Arcos». *Actas del I Congreso de Historia de Arcos de la Frontera.*

Gutiérrez López, J. M.; V. Martínez Enamorado, L. Enríquez Jarén y M.C. Reinoso del Río. 2011. «Castillo de

Matrera (Villamartín, Cádiz). Nuevas perspectivas arqueológicas de un recinto fortificado en la sierra de Cádiz». *Actas de las Jornadas Técnicas Internacionales Castillos y ciudades amuralladas en el Estrecho de Gibraltar, siglos X-XV.* S. Martínez Lillo y R. Jiménez-Camino Álvarez eds.

Gutiérrez López, J. M. y V. Martínez Enamorado. 2015. *A los pies de Matrera (Villamartín, Cádiz). Un estudio arqueológico del oriente de Siduna.* Villamartín (Cádiz): Editorial La Serranía.

Hernández Parrales, A. 1968. *Historia de Prado del Rey y su término.* Cádiz-Madrid: Escelicer, S.A..

Pangunsión Cigales, E. 1997. «Anexión de Matrera a la Corona de Castilla». *Cuadernos de Villamartín. Ayuntamiento de Villamartín.* 3.

Pérez Clotet, P. 1943. «El Castillo de Matrera». *Revista Geográfica Española.Editorial Icharopena.*13: s.p.

Pérez Ordóñez, A. 2005. «El Castillo de Matrera en Villamartín (Cádiz), una fortaleza de frontera». *Almajar. Museo Histórico Municipal de Villamartín.* 2: 83-92.

Quevedo Rojas, C. 2013. «Apuntes sobre el Castillo de Matrera: su Arquitectura y Restauración». *Documentos para la Historia de la Villa de Prado del Rey. Boletín de la Asociación Cultural de Estudios Ipticitanos.* 2: 315:351.

Rojas Gabriel, M. 1988. «Matrera: Un Castillo de Sevilla en la frontera de Granada (1400-1430)». *Actas del V Coloquio Internacional de Historia Medieval de Andalucía. Andalucía entre oriente y occidente (1236-1492). Diputación Provincial de Córdoba.*

Rojas Gabriel, M. 1993. «Algunas notas sobre la conservación y el estado edilicio de las fortificaciones castellanas en la frontera occidental granadina durante el s. XV». *Estudios de historia y de arqueología medievales. Universidad de Cádiz.* 9: 185-216.

Trazado de bóvedas en las fuentes primarias del tardogótico: configuración tridimensional

Enrique Rabasa Díaz
Miguel Ángel Alonso Rodríguez
Elena Pliego de Andrés

Existen trazados españoles y franceses para bóvedas de crucería en manuscritos, cuadernos y compendios, y en tratados impresos. Muchos son muy tardíos, pero semejantes a los más tempranos. Muestran una planta y junto a ella casi siempre las elevaciones de los nervios. Con excepciones, encontramos un ejemplo en cada uno; la lista de autores (referencias en Rabasa 2007) comprende a Hernán Ruiz, con un dibujo en su cuaderno, datable en 1558; De l'Orme, en su tratado impreso en 1567, con una planta cuadrada y una cabecera; Vandelvira, manuscrito originalmente hacia 1575, con tres ejemplos; el de Alonso de Guardia, hacia 1600; el de Fray Andrés de San Miguel, aunque dedicado a la carpintería de lo blanco, hacia 1630; Derand, publicado en 1643; Millet-Deschalles, en latín, de 1674; el manuscrito del mallorquín Gelabert, 1653, con dieciséis casos; el de Simón García, de 1681 pero a partir de un texto de Rodrigo Gil; el que aparece en la enciclopedia de Tosca, 1707, copiando a Milliet Deschalles; también todavía en Frézier (1737); y el manuscrito de Mazarrasa, hacia 1750. Caso excepcional es el del catalán Joseph Ribes, fechado en 1708, con treinta y seis.[1] Los manuscritos de la BNE Ms.12686, ca. 1550, y Ms.9114, atribuido a Portor y Castro, y de 1708, aunque quizá son trazas anteriores, y el manuscrito de la familia Tornés, del siglo XVII,[2] que ofrecen todos dos casos, muestran bóvedas algo más complejas y quizá ligadas a realizaciones reales, con elevación de los arcos en los dos últimos.[3]

Llamaremos elevaciones a los trazados de los perfiles verticales de los nervios. No se puede considerar que sean alzado, ya que lo que se ofrece de ellos no es una proyección del conjunto o de parte de la bóveda, sino la información útil para su formalización, generalmente la línea de intradós de los nervios en verdadera magnitud; además, la situación relativa de estos arcos no pretende dar idea de un volumen, sino explicar su forma individual sin otra preocupación que relacionar sus alturas.

La lectura de estos esquemas es muy sencilla. Se trata de ejemplos teóricos en su mayoría, y limitados a la crucería sobre planta cuadrada con terceletes.[4] Tienen una voluntad didáctica y general, alejada de la especulación sobre situaciones singulares. Por el contrario, las formalizaciones realmente ejecutadas ofrecen una gran variedad, de manera que hemos de suponer que el sistema se aprendía tomando conciencia de los principios elementales y se desarrollaba en variantes prácticas.

Siendo la planta de los trazados explicativos muy similar, la configuración tridimensional puede sin embargo resultar de diversas maneras, de acuerdo con las decisiones adoptadas para las elevaciones. En casi todos los casos hay un nervio diagonal que es semicircular; sólo Gelabert es la excepción.[5]

Los cuatro arcos perimetrales o de embocadura pueden presentar su clave más o menos alta. El de Hernán Ruiz, sobre una misma planta, contiene dos soluciones para estos arcos, una semicircular, medio borrada, y otra apuntada; Delorme, Derand y Frézièr los hacen apuntados, aunque Derand admite un semicircular peraltado. Cuando hay explicaciones que los

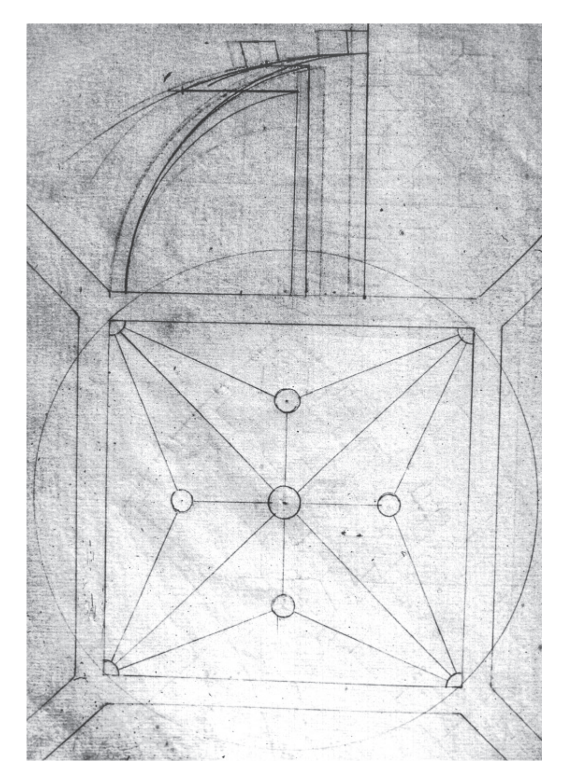


Figura 1
Planta y elevación de los arcos en el tratado de Hernán Ruiz (1558)

acompañan, como en el caso de estos dos últimos, se declara que la altura de estos arcos se establece a conveniencia. Lo mismo se deduce de la doble solución de Hernán Ruiz.[6]

La ligadura o rampante, situada en la sección longitudinal y transversal, es continua de un lado a otro, enlazando las claves de los arcos perimetrales con la central. En la práctica este nervio se puede materializar así, completo de lado a lado, o bien quedar interrumpido en las claves secundarias. Las soluciones dibujadas parecen todas del segundo tipo. Cuando ocurre así, la altura de ese final en la clave secundaria podría hacerse independiente de la altura de los arcos perimetrales, y de hecho esto sucede en algunas bóvedas reales, pero no en los trazados.

El tercelete queda, en consecuencia, definido por esa altura del final de la ligadura. Dentro de ciertos límites, podrá alcanzar esta clave secundaria saliendo del arranque con tangente vertical.

En Milliet Deschalles y seis de los españoles[7] la solución se adapta a una bóveda vaída perfecta, es decir, todos los nervios son arcos de la misma esfera. En esas condiciones el tercelete podría encontrarse como antes, a partir de la altura de la clave secundaria, o bien como sección vertical de la esfera. Cuando varios de ellos dibujan en planta la dirección del tercelete hacia la intersección de la circunferencia circunscrita y el eje, podemos interpretar que esta línea es parte del trazado en planta o bien determinación del diámetro para llevar a la elevación.

En consecuencia, si bien el trazado en planta es en casi todos los casos muy semejante —a excepción de Ribes—, es claro que las opciones para las elevaciones son variadas, y no contemplan la ejecución a partir de un único arco de circunferencia. Al contrario, los trazados quieren mostrar cómo las decisiones acerca de la altura de las claves pueden ser tomadas

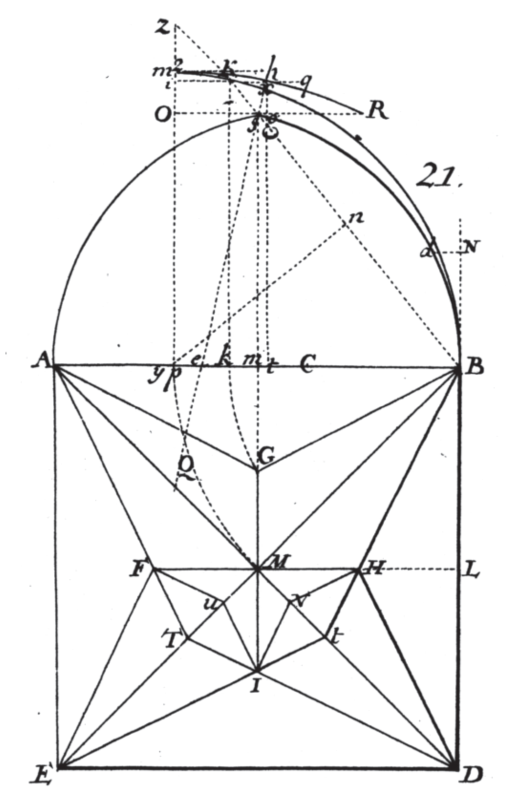


Figura 2
El trazado que ofrece Frézier (1737, III: pl.71)

por diversos caminos, y los nervios deben adaptarse a esas cotas.

Frézier, aunque indudablemente demasiado tardío, lo entiende de esta manera, pues sugiere añadir más nervios, iniciando incluso un ejemplo, y afirma que cualquier otro nervio se podría trazar con los mismos razonamientos, es decir, conociendo las cotas de los extremos y buscando la curvatura más adecuada.[8]

En las bóvedas españolas y francesas realmente ejecutadas, hay una mayor cantidad de variables (de nudos y arcos), que se traduce en un aún mayor abanico de posibilidades para una misma planta.

Trazados centroeuropeos

Por el contrario, los trazados que encontramos en Centroeuropa suelen ser cuadernos de trabajo, colecciones de variantes en relación con las posibilidades de la planta. En muchos casos se alcanza una extraordinaria complejidad, comparable a las de las más sofisticadas ejecuciones reales. Llama la atención que, al contrario de lo que acabamos de ver en españolas y francesas, hay una muy frecuente ausencia de nervios ojivos o diagonales.

La gran variedad de plantas diferentes debería hacer especialmente conveniente el añadido sobre ellas de los métodos seguidos para obtener la configuración tridimensional. Sin embargo, de las 577 que hemos reunido para su estudio hasta el momento, solo 39 incluyen las elevaciones correspondientes a la planta.[9] Eso puede deberse a que la planta ofrece ya una imagen muy pregnante de lo que va a ser el resultado, y alcanzar esa imagen constituye en consecuencia un objetivo más importante para el diseñador que los detalles de la definición tridimensional.

Una imagen como la de la planta es muy fácil de transmitir o de retener, de manera que su repetición en otro lugar no resultaría muy relevante para afirmar una transferencia de conocimiento técnico. Como han mostrado López Mozo et al. (2015), resultados aparentemente muy semejantes pueden haber sido alcanzados a través de estrategias y reflexiones diferentes. Por el contrario, si lo que se repite es un sistema geométrico y constructivo, hay más razones para pensar que exista esa relación.

En el desarrollo de nuestra investigación hemos elaborado una tabla completa de las plantas a los que hemos tenido acceso hasta el momento (figura 3). Se han estudiado los siguientes manuscritos: la colección de dibujos *Wiener Sammlungen*, de la Academia de Bellas Artes de Viena, con muchos dibujos referentes a casos reales, siglos XV y XVI (Böker 2005); el *Libro de patrones* de Hans Hammer (ca. 1500) de la Biblioteca Augusta de Wolfenbüttel; el compendio conservado en el museo Albertina de Viena, de Wolfgang Rixner y Jerg Reiter (1467-1599); el cuaderno del maestro WG de Frankfurt, hacia 1560 (Instituto Städel de Munich; Bucher 1979); el llamado *Codex Miniatus*, hacia 1560-70 (Biblioteca Nacional de Austria; Müller 2005); el tratado de Jakobus Facht von Andernach (1593) del Archivo Histórico de Colonia. Son en tinta sobre papel, pero algunos (del maestro WG y de Rixner) están trazados con punta seca y recortados (figura 4).

Relación con España

Al reunirlos, hemos podido comprobar que algunas características pueden permitir la formación de grupos, e incluso hay tipos que se repiten con pequeñas variantes. Algunas de estas características no se encuentran en las bóvedas construidas en España. Así, por ejemplo, en muchas se tiende a establecer una red tupida y continua, lo que no es extraño a la vista de la importancia práctica de las llamadas bóvedas reticulares en Alemania. Otras imprimen a la planta una cierta rotación; se dibuja a veces algo parecido a una esvástica, de manera que el resultado es una configuración no simétrica con respecto a los ejes principales (secciones longitudinal o transversal). Muchas veces esta rotación se apoya en el establecimiento de una figura central que destaca perceptivamente, un polígono por lo general.

Si bien estas características no se manifiestan en las realizaciones españolas (menos aún en los trazados teóricos), sin embargo sí es posible encontrar variantes sencillas de estos rasgos. En España no hay bóvedas reticulares como las alemanas (lo más parecido puede ser la red de nervios de la catedral de Plasencia), pero sí se da con cierta frecuencia una combinación de figuras pequeñas para componer una única bóveda. Especialmente hay ejemplos construidos de cuatro, a veces seis, estrellas de cuatro puntas formando un conjunto único, de manera que algunas puntas de las estrellas bajan hasta al arranque mientras otras llegan a la clave central.[10] En la figura 5, arriba. vemos los trazados alemanes de este tipo.

Figura 3
Detalle de la tabla de plantas extraídas de los tratados centroeuropeos: siguiendo el código QR (o en http://estereotomiade-lapiedra.blogspot.com.es/search/label/recursos) se accede a la figura completa (dibujo de los autores, 2015)

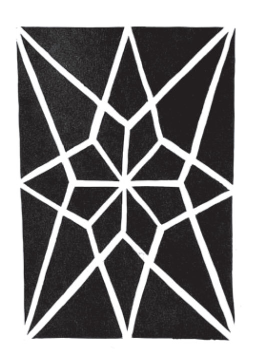
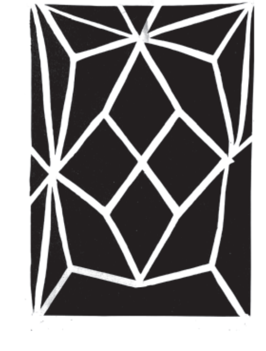



Figura 4
Fols. 89 y 100 de Rixner (1467)

De igual manera, no hay bóvedas con dibujos rotacionales en España, pero sí existe un tipo muy especial y concreto de bóvedas que han perdido la simetría con respecto a los ejes principales —las hemos llamado asimétricas y es nuestra intención seguir trabajando en ellas, a partir de los estudios de Rosa Senent y Ana López Mozo—. Son bóvedas en las que hay un rombo central y en algunas los ojivos están ausentes, total o parcialmente. Pensamos que la pérdida del nervio ojivo, tan importante en la teoría, o su sustitución por dos, que aparece en un momento avanzado de nuestro gótico tardío, es relevante a la hora de especular sobre estas relaciones con otros lugares (figura 5, centro).

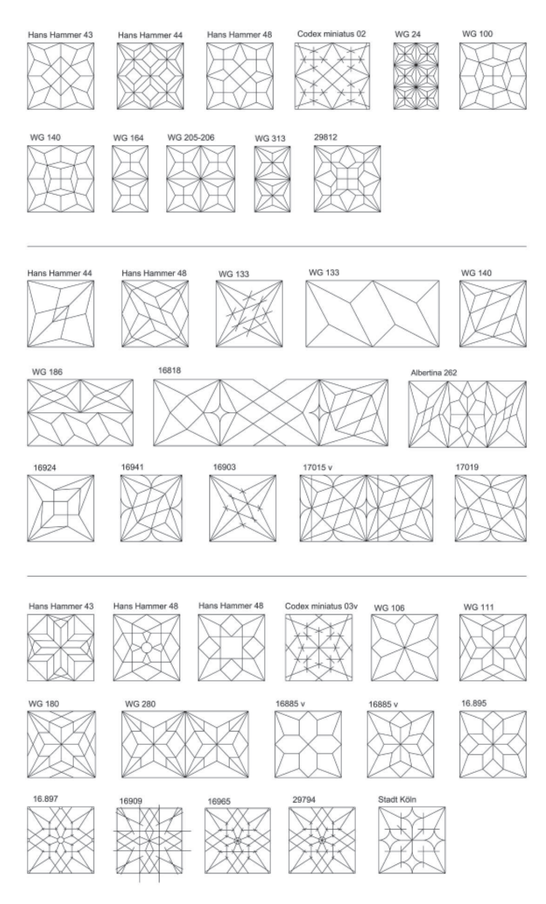


Figura 5
Tipos de planta en trazados centroeuropeos, similares a los de algunas bóvedas españolas (dibujo de los autores 2015)

Por último hay un tipo que se puede encontrar en España con facilidad y que aparece también en los dibujos centroeuropeos. Se trata de las bóvedas que destacan una cruz simétrica, obligando a trazar nervios paralelos en planta para formar su contorno (figura 5, abajo). Las hay en la catedral de Astorga, la capilla de Mosén Rubí o la capilla Real de Granada.

Hipótesis sobre la configuración tridimensional

Algunos trazados extranjeros ofrecen junto a la planta también las elevaciones. Pero las bóvedas que son definidas de esa manera no son distintas del resto. No son más ni menos sencillas, ni particularmente pertenecientes a algunos tipos.

Elena Pliego (2011) ha analizado los estudios habidos en el ámbito alemán desde el siglo XVII sobre la geometría tridimensional de los nervios. Hay que decir que en todos los casos parece no haber condiciones ni límites al trazado caprichoso de la planta, que debemos suponer en general previo a las decisiones sobre su altimetría. Ilustra muy bien este hecho el dibujo de Durero en el que se entretiene en garabatear plantas sin expresión alguna de su forma espacial.

En la especulación sobre métodos de trazado de las elevaciones ha tenido especial protagonismo el término alemán *Prinzipalbogen*. Esta expresión habla de un arco de circunferencia ideal que dirige las operaciones de trazado (y quizá las de ejecución, pues, en cualquiera de sus variantes, no cabe duda de que ordena y facilita la organización del trabajo). Sin embargo, como aclara Pliego, los autores que han empleado esta palabra no explican siempre la aplicación de ese arco director de la misma manera.

El primero en emplear el concepto es Ranisch (1695), a propósito de las bóvedas de la ciudad de Danzig. Según el método de Ranisch, en primer lugar se establece el arco principal como un arco en cuarto de circunferencia de radio igual a la mitad de la diagonal de la planta, y de acuerdo con él se determinan la alturas de las claves o nudos de la red. La manera en que se hace esto ha sido interpretada a partir de Ungewitter del siguiente modo. Éste y después Müller, suponen que se toma la distancia de cada clave al centro, y se lleva horizontalmente sobre el arco principal desde la vertical de su cúspide y su centro, hasta encontrar el punto del arco que está distanciado del centro lo mismo que la clave está distanciada del centro de la bóveda. Como consecuencia, las claves son puntos que se encuentran sobre una esfera teórica, la definida por el radio del Prinzipalbogen, aunque los arcos no son líneas de esa esfera, sino que tendrían todos el mismo radio que el arco principal (esto es muy fácil de hacer sobre las elevaciones, pues su centro se encuentra simplemente con dos trazos de compás). Sin embargo, lo que realmente hace Ranisch para encontrar las alturas, es llevar esa distancia al centro que ha sido tomada de la planta, no sobre la horizontal, sino desde la cúspide y sobre el arco.[11] Por esto, estrictamente no podemos de-

cir que el método de Ranisch conduzca a situar los nudos en una esfera.

En cualquier caso, no conocemos evidencias en bóvedas reales que garanticen un empleo de este método —en cualquiera de sus variantes—en tiempos tardogóticos. Este tipo de comprobaciones resulta ahora dificultado por el hecho de que las bóvedas polacas, a las que podría responder el método, están en su mayor parte reconstruidas. Sin embargo, hay que advertir que con este sistema se progresa desde la clave central, o el punto más alto, hasta el arranque en el rincón de la planta, y que en casi todos los casos esto conduce al trazado de arcos que tienen que encontrar ese punto de arranque con tangente no vertical, lo cual, a la vista, en las bóvedas reales es más una excepción que una regla.

El alemán Ungewitter recoge, con la interpretación que hemos explicado, el procedimiento de Ranisch —entretanto, otros autores habían tratado el tema; para una descripción de la vía por la que discurren las diferentes propuestas, véase Pliego (2011)— y propone una variante que se daría en algunos casos. Consistiría ésta en que el Prinzipalbogen se establece, no sobre la mitad de la diagonal, sino sobre el desarrollo de una línea quebrada que resulta de seguir un camino en la red de nervios, desde el arranque hasta el punto más alto.[12]

La siguiente novedad importante se encuentra en Müller (2005), quien se ha ocupado de descifrar el *Codex Miniatus* y el compendio conservado en Colonia, que son los que presentan casi siempre elevaciones junto a la planta. Tal como está explicado por Müller, el método es coherente con esos trazados.[13]

La explicación de Werner Müller

En efecto, el método de Müller explica bien los trazados alemanes, que no contienen más pistas para su interpretación que algunas letras y signos. El método no necesariamente da lugar a una solución única para las elevaciones a partir de una planta dada. Puede requerir decisiones suplementarias, especialmente en bóvedas de gran complejidad.[14]

Según este método, hay que escoger un camino —el camino quebrado que proponía Ungewitter— suficientemente largo, desde el arranque hasta el punto que será más alto, que puede ser el centro, si está materializado como clave, o bien una clave cercana al centro geométrico. Este camino se rectifica o desarrolla, para formar con él, como radio, un cuarto de circunferencia.[15] A cada tramo del camino le corresponde sin problemas un tramo del arco de circunferencia. Otros nervios o caminos que partan del arranque pueden ser diseñados según ese mismo arco.

Con frecuencia, a continuación se toma otro camino distinto que parte de un punto alto establecido por el primero y va, al contrario, descendiendo. También cada uno de sus tramos es un tramo del arco principal.

Al seguir este camino de descenso (o al ascender por otro distinto) es fácil que se cruce en planta con el primer recorrido. En ese caso el punto de cruce en planta puede fácilmente tener cotas distintas como perteneciente a uno u otro camino (figuras 6 y 7).

Cuando los nervios pasan por un mismo punto de la planta a distinta altura no hay problema alguno, pues se contempla la posibilidad de que ocurra algo que realmente sucede en la práctica: la existencia de claves en las que los nervios se cruzan —es decir, en términos geométricos, sus directrices no se «cortan» o intersecan en un punto del espacio— de manera que uno pasa más alto y otro más bajo.

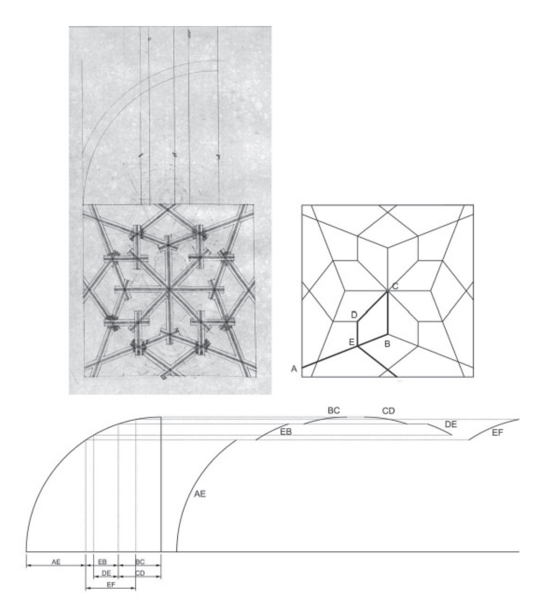


Figura 6
Trazado en fol. 03v del *Codex Miniatus*, de acuerdo con el proceso descrito por Müller (2005) (dibujo de los autores, 2015)

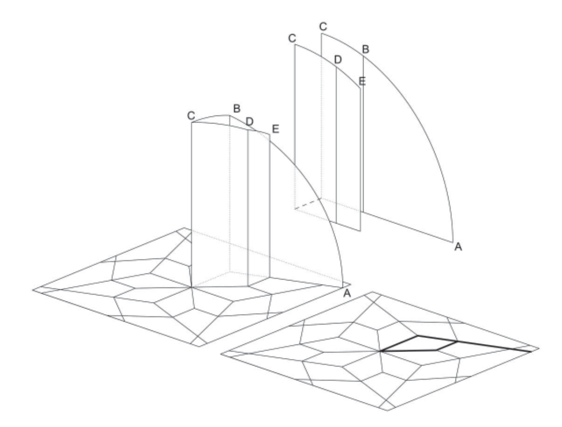


Figura 7
Caminos recorridos en el trazado de la figura 4 (dibujo de los autores, 2015)

Wendland, Aranda y Kobe (2014) han analizado un caso de este tipo de cruces, el de una bóveda en Albrechtsburg. Su trabajo explica dos circunstancias relevantes. Por una parte, estas claves parecen estar conformadas en una única pieza de piedra, según los procedimientos conocidos para las claves convencionales. Por otra, han mostrado que, en el caso analizado, el cruce a distinta altura no era el resultado automático de la aplicación de un método basado en un arco principal, sino una situación buscada deliberadamente, para lo que se adoptaron las necesarias decisiones de trazado en las elevaciones. Así pues, aunque la concepción del método general fuera la de Müller, habría que admitir excepciones, no sabemos si más o menos numerosas.

Otra consecuencia de la elaboración de un camino de bajada o centrífugo es que éste puede encontrar al perímetro a determinada altura. Se explicarían así los nervios que parecen emerger de los muros, o que parecen entrar en ellos, porque los encuentran sin tangente vertical.

En el caso analizado por Wendland, Aranda y Kobe (2014), así como en muchos de los estudiados por Müller, los arcos no son rectos en planta, sino curvos. Eso no obliga a cambiar los métodos propuestos, pues el camino a recorrer resulta desarrollado de igual manera para la obtención del arco principal. Como consecuencia, los nervios de este tipo son alabeados, avanzan de manera curvada en planta a la vez que ascienden según la ley del arco principal. Lo que en España llamamos nervios combados puede no resultar de la misma concepción, puesto que se trata en general de tramos cortos, en los que la doble curvatura resultaría inapreciable, y quizá despreciable en la realización.[16]

Müller (1990) advierte que diversos autores habían propuesto otros dos métodos, diferentes de este de los recorridos. Uno es el que defendía Ranisch —según su interpretación, que hemos visto que es discutible—, es decir, la situación de los nudos en una superficie concebida previamente, esfera en el caso de la planta con centro y cilindro en el de los cañones, y el empleo de una única curvatura para los nervios. Observa Müller que la directriz de los nervios está en este caso determinada gráficamente con unos trazos de compás, como hace Ranisch, pero también lo está en la práctica simplemente por el empleo de la cimbra material, siempre de igual curvatura, colocada entre las claves.

El otro es la proyección de todo el dibujo, nudos y nervios, sobre la superficie ideal. En el caso de un cilindro este procedimiento plantea dificultades, pues los nervios que no llevaran las direcciones longitudinal o transversal habrían de ser arcos de elipse, lo que descarta completamente su empleo real. Pero en el caso de las plantas con centro, el resultado sería la bóveda de crucería adaptada a la forma vaída, como hemos visto que se propone trazados españoles y franceses, especialmente los más tardíos.

Los contenidos en el *Codex Miniatus* y el compendio conservado en Colonia, que son los que presentan casi siempre elevaciones junto a la planta, tienen dos características diferenciadoras respecto de los españoles y franceses: en la planta aparecen con el grosor real, y en el alzado con todo su canto, es decir, las líneas de intradós y extradós.[17]

Se podría pensar que esta diferencia gráfica es simplemente una voluntad de ofrecer un dibujo de representación visual, y no un esquema abstracto. Pero creemos que la aparente atención a la visualidad responde a otras razones. Cuando hay cruces de nervios a distinta altura, es muy conveniente para la coordinación de los elementos que se exprese este hecho en la planta, incluso mostrando qué nervio es más alto, o bien mostrando que no se da esa diferencia. Por eso las plantas presentan los nervios con grosor, y hacen ver la diferencia de alturas en los nudos con la continuidad o discontinuidad de las líneas que

señalan sus bordes, incluso con un sombreado elemental. Y en las elevaciones, la representación real del canto de los nervios sirve para entender con precisión el grado de penetración o coincidencia de uno y otro, que puede ser muy variable (figura 8).

En este sentido es curioso notar que las plantas del *Codex Miniatus* están vistas desde arriba, mientras que las de la colección de Colonia están vistas desde abajo.

En cuanto a la obtención de enjarjes y claves por labra de volúmenes de piedra iniciales, a pesar de las diferencias entre las bóvedas españolas y las de Centroeuropa, debemos suponer casi siempre el mismo esquema de talla a partir de una escuadría con planos horizontales. Ésta se encuentra dibujada claramente en las elevaciones. Como excepción, en una de las bóvedas del manuscrito de Vandelvira, adaptada a la forma esférica de una vaída, y en otra del manuscrito atribuido a Alonso de Guardia (siglo XVII), se propone la ejecución de las claves desde la cara de intradós, con una plantilla. En ambos casos no hay tortera. En otra bóveda gótica del manuscrito de Vandelvira, más irregular, sí aparece el sólido capaz de planos horizontales y también es mencionado en el texto.

En relación con los enjarjes, solo el manuscrito de Gelabert contempla el problema del alargamiento de las molduras, estudiado en Pérez de los Ríos y Rabasa (2014).

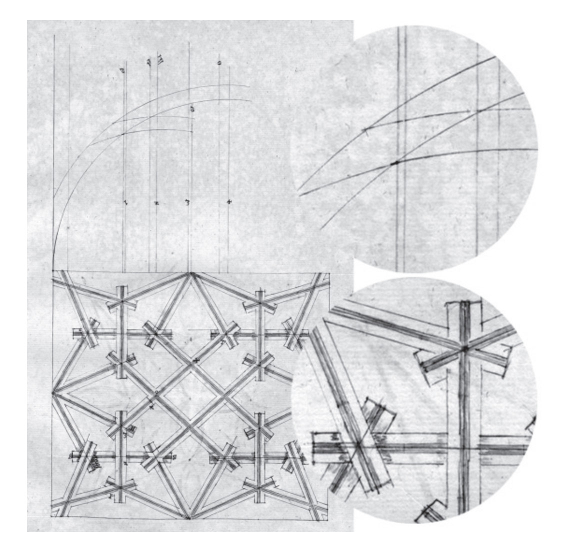


Figura 8
Detalles de planta y elevaciones en el trazado en 02v del *Codex Miniatus* (Biblioteca Nacional de Austria)

Conclusiones

Podemos decir, a la vista de los dibujos recopilados, que en general el trazado de la planta es previo a la configuración volumétrica. La manera de determinar las elevaciones a partir de la planta es más o menos libre, según los métodos.

Según el procedimiento de Ranisch, cuya correspondencia con trazados o con la práctica no hemos podido constatar, la configuración tridimensional de la red de nervios es una consecuencia automática de la planta previamente determinada. De acuerdo con los métodos empleados por Müller, y que se confirman al menos en muchos trazados conservados, la tridimensionalidad no es tan inmediata, tiene un cierto grado de libertad.

En el caso de los dibujos españoles y franceses la configuración de las elevaciones es aún más libre, a pesar de que casi todas las plantas ofrecen la misma imagen y tipo de nervadura, con pocos elementos. Es cierto que algunos de los trazados proyectan verticalmente la estrella de la planta sobre una esfera, pero se trata solo de una opción, precisamente la adoptada por los autores más alejados del periodo gótico.

Los trazados españoles y franceses, con un fin didáctico, se centran en la explicación de la relación entre planta y elevaciones. Quizá la mayor libertad que supone establecer a voluntad las cotas de las claves, obliga también a dejar bien clara la base del sistema. Por el contrario, los trazados centroeuropeos conservados son más especulativos, explorando posibilidades y casos especiales, quizá para poner a prueba un sistema más rígido generalmente admitido.

Notas

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación que busca apoyar sobre hechos constructivos las relaciones aparentes entre las bóvedas españolas y las centroeuropeas (Proyecto de investigación «La construcción de bóvedas tardogóticas españolas en el contexto europeo. Innovación y transferencia de conocimiento», financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (BIA2013-46896-P). Esta comunicación se ha desarrollado en estrecha colaboración con los profesores López Mozo, Martín Talaverano y Sanjurjo, que presentan en

este mismo congreso un trabajo sobre rasgos europeos en las bóvedas tardogóticas españolas, enmarcado también en el proyecto de investigación mencionado). Se han recopilado los trazados de bóvedas de crucería de los que disponemos en manuscritos, compendios, tratados, etc., con la idea de conocer y comparar métodos de configuración tridimensional de la red de nervios. Algunos de ellos reflejan construcciones realmente ejecutadas, pero la mayor parte son ejercicios o muestras de posibilidades.

1. Ribes ofrece muchos trazados en planta diferentes, siempre con elevación de nervios. No hay texto que los explique. Algunos parecen ejercicios teóricos, pero otros se asemejan a ejemplos reales (Tellia 2013).
2. Sobre el Mss. 12686, García Baño y Calvo López (2015); sobre el Mss. 9114, Carvajal (2011); sobre el de Tornés, Juan García (2011)
3. Además de los dibujos de proyecto que se conservan en archivos, como el de una tasación de Francisco de Luna en la iglesia de Priego, Cuenca (véase Rabasa 1996). Un vistazo a las fuentes en general puede encontrarse en Gómez Martínez (1998).
4. El tercelete es bisector del ángulo que forman el diagonal y el formero o perpiaño, es decir, llega hasta el encuentro del eje con la circunferencia circunscrita, en todos los casos excepto los de Frézièr y Vandelvira, que son precisamente los que proponen otros nervios en la zona central.
5. También es el único que explica cómo se trabaja la plementería (Rabasa 2011).
6. Aunque en Hernán Ruiz, cuando la solución adopta arcos apuntados, la altura de la clave podría ser también consecuencia del trazado previo de la ligadura que llega hasta ellos (Rabasa 1996).
7. Vandelvira, Alonso de Guardia, Fray Andrés de San Miguel, Tosca y Mazarrasa, que llevan las directrices de los arcos justo al vértice de la planta, para simplificar. También Ribes se suele adaptar aproximadamente a una esfera, con los ajustes propios de arranques no puntuales. Simón García emplea para el rampante una cercha «con la vuelta» —es decir, con la curvatura— del ojivo, pero no especifica la forma de los arcos perimetrales.
8. «Il est aisé de tirer de cette practique la maniere de trouver les arcs des nervures de tant de compartiments diferents que l’on voudra en tracer au plan horizontal» (Frèzier 1737, III :27).
9. Para este concepto, la elevación de los arcos, en el ámbito alemán se utilizan términos más específicos y de difícil traducción al castellano. Ranisch (1695, 53) emplea el término Bockverstellung (pág. 53); Ungewitter (1864, 136) utiliza Aufrissentwickelung, que podría corresponder a ‘desarrollo en alzado’; Müller (1986), que menciona también el hecho de que no se puede hablar de proyección, utiliza Bogenaustragung.
10. Un ejemplo singular en la capilla de la Antigua, véase Martin, Pérez de los Ríos y Senent (2012). También, al menos, en la girola de la catedral de Salamanca, el cimborrio del Hospital Real de Santiago (y de manera semejante en la catedral de Lincoln), Santa María del Puerto en Santoña, Santa María de la Granada en Niebla (Huelva) y en los Jerónimos de Lisboa. La misma operación se encuentra en la catedral de Orihuela, aunque con bóvedas simplemente cuatripartitas, y de manera muy forzada por las circunstancias. También hay una retícula regular en la bóveda plana que sostiene el coro de Santo Tomás de Ávila.
11. Sobre el tema prepara un trabajo más extenso Elena Pliego.
12. Figura 270 de la lámina 10, en Ungewitter (1864, 138).
13. Müller (1977, 172), ofrece ya algunos levantamientos, y dice que, en tanto no se hagan mediciones concretas, desconocemos hasta qué punto estos tratados teóricos se correspondían con la práctica.
14. Sin embargo, hemos de suponer que la regla daba seguridad. Müller (1986, 52) explica que la volumetría de las bóvedas era el resultado de aplicar unas reglas al diseño en planta de los nervios y sus intersecciones, pues no había medios para visualizar tridimensionalmente el trazado.
15. En el Master WG (fols. 13, 21, 32, 37-48) y los dibujos del Albertina (fols. 83, 94-97) junto con este arco se pueden ver otros más rebajados que pueden ser ensayos de control del punto más alto de la bóveda.
16. De hecho, en el caso de las escaleras de caracol explicadas por la tratadística, las líneas helicoidales, teóricamente alabeadas, son sustituidas por segmentos curvos pero planos.
17. En las españolas y francesas suele aparecer solo el intradós, a excepción de Delorme, que es el único que dibuja la plementería y de Gelabert, que debe coordinar nervios de cantos muy distintos.

Lista de Referencias

Andernach, Jakobus Facht von. 1593. *Architektur-Musterbuch des Jakobus Facht von Andernach*. Archivo Histórico de Colonia, Ms. (W*) (Best. 7020) 276). Consultado el facsímil electrónico (30-05-2015) en: http://historischesarchivkoeln.de/de/lesesaal/verzeichnungseinheit/173118/Best.+7020+276+I.+Architektur-Musterbuch+des+Jakobus+Facht+von+An

Böker, Johann Josef. 2005. *Architektur der Gothic - Gothic Architecture*. Salzburg: Verlag Anton Pustet.

Bucher, François. 1979. *Architector: The Lodge Books and Sketchbooks of Medieval Architects.* New York: Abaris Books Inc.

Carvajal Alcaide, Rocío. 2011. Estructura y singularidad del cuaderno de Arquitectura de Juan de Portor y Castro. En S. Huerta et al., *Actas del Séptimo congreso Nal. de Historia de la Construcción*, Madrid: Inst. Juan de Herrera, 211-220.

Frézier, Amédée-François. 1737-1739. *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la construction des voutes et autres parties des bâtiments civils et militaires ou traité de stéréotomie a l'usage de l'architecture*. Estrasburgo-París, Jean Daniel Doulssesker-L. H. Guerin (Ed. facsimilar Nogent-le-Roi. L. A. M. E. 1980).

García Baño, Ricardo y José Calvo López. 2015. About an early 16th-century stonecutting manuscript in the National Library of Spain and the origins of modern Stereotomy. En Brian Bowel et al (eds.) *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, CH Society of America. Vol. 2, 135-142.

Gómez Martínez, Javier. 1998. *El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de Crucería*, Valladolid, Universidad.

Hammer, Hans. ca. 1500. *Libro de patrones*. Ms. Cod. Guelf. 114.1 Extrav. en la Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel. Consultado el facsímil electrónico (20-04-2015) en: http://diglib.hab.de/?db=mss&list=ms&id=114-1-extrav&lang=en

Juan García, Natalia. 2011. *Trazas y diseños. El manuscrito de la familia Tornés, su aportación al arte de la Edad Moderna y su vinculación con la tratadística arquitectónica*. Teruel: ediciones Nalvay.

López Mozo, Ana; Rosa Senent Domínguez; Miguel Ángel Alonso Rodríguez; José Calvo López y Pau Natividad Vivó. 2015. Asymmetrical vaults European gothic: Basel and Bebenhausen as case studies. En Brian Bowel et al (eds.) *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, CH Society of America. Vol 2, 497-504.

Martín Talaverano, Rafael; Carmen Pérez de los Ríos y Rosa Senent Domínguez. 2012. Late German Gothic Methods of Vault Design and Their Relationships with Spanish Ribbed Vaults. En en R.Carvais, A.Guillerme, V.Nègre, J.Sakarovitch, (eds.) *Nuts and Bolts of Construction History, Culture, Technology and Society* (4th International Congress on Construction History, París 3-7 julio 2012). París: Picard, III 83-90).

Müller, Werner. 1977. Das Sterngewölbe des lorenzer Hallenchores. Seine Stellung innerhalb der spätgotischen Gewölbekonstruktionen. *Nürnberger Forschungen* 20, 171-196.

Müller, Werner. 1986. Über die Grenzen der Interpretierbarkeit spätgotischer Gewölbe durch die traditionelle Kunstwissenschaft. Ein Beitrag zum Thema „Unmittelbarkeit und reflektion«. *Jahrbuch des Zentralinstituts für Kunstgeschichte* 2, 47-69.

Müller, Werner. 1990. *Grundlagen gotischer Bautechnik*. München: Deutscher Kunstverlag.

Müller, Werner y Norbert Quien. 2005. *Virtuelle Steinmetzkunst der österreichen und böhmish-sächsischen Spätgotik.* Petersberg: Michael Imhof.

Pérez de los Ríos, Carmen y Enrique Rabasa. 2014. Stretched templates in Gothic tas-de-charge construction. En Campbell, J. et al.: *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society*, (Cambridge 11-12 abril 2014), Exeter, CHS, 333-342.

Pliego de Andrés, Elena. 2011. La geometría de las bóvedas estrelladas en el gótico tardío alemán. En S. Huerta et al., *Actas del Séptimo congreso Nal. de Historia de la Construcción*, Madrid: Inst. Juan de Herrera, 1147-1156.

Rabasa Díaz, Enrique. 1996. Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid, Instituto Juan de Herrera, 423-433.

Rabasa Díaz, Enrique. 2007. Principios y construcción de las bóvedas de crucería, *Loggia*, 20, 86-97.

Rabasa Díaz, Enrique. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano y COA de Islas Baleares.

Ranish, Bartel. 1695. *Beschreibung aller Kirchengebaüde der Stadt Danzig*. Danzig.

Rixner, Wolfgang y Jerg Reiter. 1445-1599 (Rixner 1445-1515, y aportaciones de Reiter 1540-1599). *Bauhüttenbuch des Wolfgang Rixner*, Wien, Albertina, Cim. VI, Nr. 5. Consultado el facsímil electrónico facilitado por el museo.

Ruiz, Hernán. 1558-60. *Arquitectura*, manuscrito conservado en la ETSAM (accesible en Colección Digital Politécnica cdp.upm.es/)

Tellia, Fabio. 2013. Las bóvedas de crucería en el Llibre de trasas de viax y muntea de Joseph Ribes. En S. Huerta y F. López Ulloa, *Actas del Octavo congreso Nal. de Historia de la Construcción*, Madrid: Inst. Juan de Herrera, 1117-1125.

Ungewitter, G. G. 1859-1864. *Lehrbuch der gotischen Constructionen*. Leipzig: Weigel.

Wendland, David; María Aranda y Alexander Kobe, A. 2014. The vault with curvilinear ribs in the 'Hall of Arms' in the Albrechtsburg Meissen: studies on the concept, design and construction of a complex late Gothic rib vault, en Campbell, J. et al., *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society*, (Cambridge 11-12 abril 2014), Exeter, CHS, 459-468.

La torre de la iglesia parroquial de Santa María en Colmenar de Oreja (Madrid) y el *taccuino* de un maestro de cantería en el primer tercio del siglo XVII

María José Redondo Cantera

Al igual que otras villas pertenecientes al antiguo Priorato de Uclés, la de Colmenar de Oreja (Madrid) experimentó desde principios del siglo XVI un considerable aumentodemográfico.[1] Con objeto de que el creciente número de feligreses en esas poblaciones dispusiera de la debida asistencia religiosa, fue preciso emprender la renovación de sus antiguos templos parroquiales(Azcárate 1959). A partir de 1511 se puso en marcha un proceso de ampliación del templo que empezó por la cabecera donde Cristóbal y Lorenzo de Adonza (Azcárate 1959, 109) levantaron una capilla mayor con bóveda de crucería estrellada, a la que se añadió otro tramo similar por delante y dos más pequeños a sus lados, a modo de crucero (Cortina Freire 2010, 266). A mediados de siglo no parece que se hubiera avanzado mucho en la construcción del templo (Azcárate 1959, 110), pero ya estarían hechos los esbeltos pilares cilíndricos que separaban las naves de la iglesia y que permanecían a la espera de recibir sus bóvedas, se habría completado el perímetro de cantería del edificio y, a la vista de los arranques que han quedado, se habrían iniciado los arcos abovedados que protegerían las tres entradas. Mientras tanto, sobrevivía el antiguo templo, que amenazaba ruina (Cervera Vera 1949, 147). La mayor parte de estas campañas constructivas eran conocidas hasta ahora gracias al exhaustivo y documentado estudio que Cervera Vera dedicó al edificio (1949) y a otros datos publicados por Azcárate (1959) y de la Morena (1984).

La terminación clasicista del templo

En 1594 se habían agotado los fondos y la construcción estaba detenida. El Concejo de Colmenar acudió al Rey para conseguir que los diezmeros de la villa aportaran la cantidad necesaria para culminar la iglesia, lo que se calculó en 15.000 o 16.000 ducados. Felipe II lo autorizó mediante una Provisión Real, fechada el 3 de septiembre de 1597, lo que impulsó la preparación de la continuación de las obras. Las condiciones de las labores de cantería, carpintería y albañilería necesarias para finalizar el templo estaban redactadas ya a finales de ese mismo mes. A los documentos que dio a conocer Cervera Vera sobre ello (1949, 148-153) se unen aquí datos más completos, no siempre coincidentes, que formaron parte de la documentación de un pleito que se celebró entre 1630 y 1641.[2] El presupuesto total, que fue calculado por maestros locales y del entorno,ascendió a 218.900 reales (4, f. 14), aproximadamente 19.900 ducados,[3] es decir, cerca de 4.000 ducados más que los mencionados 16.000 que se habían presentado como suficientes en la petición a Felipe II. A pesar de este desfase en el cálculo, las obras se pregonaron en distintas localidades de la zona, pues quizá se esperaba poder bajar los precios en el remate que se celebró días después, como así fue sólo en ciertos apartados.[4] El coste de la torre estuvo en torno a la mitad del monto total en ambos casos (tabla 1).

	PRESUPUESTO (en reales)	**REMATE (en ducados)**
1. TERMINACIÓN IGLESIA		
Carpintería – CUBIERTAS PARA TEJADO: Armaduras tejado Renovación armadura capilla mayor Maquinaria y materiales diversos – TRIBUNA – PORTADAS (puertas, cerraduras, etc.) – TEJADO (tejas, yeso, etc.) **Total:**	 20.000 5.100 1.000 6.300 4.000 8.000 **44.400** **40.000** (redondeado)	**2.798 y 3 reales**
Albañilería – Embocaduras de arcos – Arcos formeros – 6 pilares de ladrillo para armadura del tejado – Enlucido de pilares y muros **Total:**	3.000 3.000 3.000 7.700 **16.700**	**4.775**
Solado	**2.000**	202 y 3 reales
3 portadas	36.000	2.780
TOTAL	98.700	10.555 y 6 reales
2. TORRE		
– Cuerpo principal y superior de cantería – Chapitel y escalera **Total:**	108.500 11.700 **120.200**	**9.780**
TOTAL	**218.900 reales**	**20.335** (suma de datos) **20.264 y 6 reales** (según documento)

Fuente: Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, Pleitos Civiles, Pérez Alonso, Fenecidos, caja 2351-3, cuarta pieza, ff. 14-15vy 24-29.

Tabla 1
Cantidades previstas para la terminación de la iglesia de Colmenar de Oreja (1597)

El severo clasicismo que presenta esta fase final de la iglesia motivó que su diseño se atribuyera a Juan de Herrera desde los mismos comienzos de la historiografía española de la Arquitectura (Cervera Vera 1949, 124-125). La casualidad quiso, además, que un maestro homónimo participara en el cálculo del presupuesto de la finalización de la iglesia y que realizara un modelo de madera para las armaduras de su tejado, pero la documentación le calificó como maestro de carpintería y vecino de Madrid, y Cervera (1949, 117) lo identificó con otra personalidad más tardía y vinculada a ciertas obras de la Corona. La

realización de las portadas y la torre ya en pleno siglo XVII, fallecido Juan de Herrera en 1597, y la documentación que aquí se da a conocer invalidan la intervención del arquitecto, tanto en las portadas como en la torre. Pero, como se verá más abajo, ambas obras son el fruto de interesantes contactos con los focos madrileño y toledano, además de la aportación proporcionada por los elementos materiales (piedra, ladrillo y tejas) procedentes de los excelentes yacimientos de caliza y de arcilla de su término, y de la pericia de los maestros que actuaron en la villa, ya fueran naturales o foráneos. Entre estos últimos destacaron los de ascendencia vizcaína.

La realización de las portadas y la torre fueron rematadas en Pedro de Artadi por 2.780 y 9.780 ducados respectivamente (Cervera Vera 1949, 152). Las pujas a la baja presentadas en ambas obras por el vizcaíno Sebastián de Zornoza habían obligado a Artadi a abaratar el precio, pero éste incorporó a su colega a la ejecución. Los vínculos entre ambos maestros de cantería, establecidos en Colmenar de Oreja, de donde se declaraban vecinos, probablemente se basaron en su común procedencia vasca, pues Artadi era originario de la casa infanzona del mismo nombre, perteneciente a la anteiglesia de Acorda (Vizcaya).[5]

Otros artífices con apellidos de indudable procedencia vasca aparecen en las décadas posteriores en torno a estas obras. El cantero Pedro de Andizpe participó en la construcción de la torre. Miguel de Urresti (¿?-1618?), activo en tierras toledanas (Marías 1983-1986, vol. 2, 125 y 238) y estante en Colmenar, actuó como testigo de Artadi y Zornoza en su contrato con la parroquial en 1611. Sebastián de Echevarría, maestro de cantería, vecino de Madrid,[6] fue convocado en 1624 para participaren la tasación de lo realizado en la torre, pero no se le pudo localizar. Tampoco acudió Pedro Elizar Gárate, nombrado como tercero, porque estaba ocupado en tasar de las obras delPalacio Real de Madrid. Finalmente, aunque por el momento no se disponga de datos sobre su procedencia, el apellido Cortairi del maestro que rebajó el precio de la torre también tiene resonancias norteñas.

Como fue usual en la organización familiar de los practicantes de diversos oficios, las hijas de Zornoza se casaron también con canteros, que colaboraron en la construcción de la torre de Colmenar.[7] Por su parte Artadi, que había enviudado y tenía dos hijas (Ana y María), contrajo nuevo matrimonio, probablemente durante la primera mitad de la década de 1590, con una vecina de Colmenar, Ana Laguna, viuda de Alonso de Encinas, quizá vinculado al mundo de la construcción, ya que su hijo homónimo fue maestro de cantería.

Las portadas

Los problemas para recaudar los fondos que permitieran llevar a cabo la finalización de la iglesia de Colmenar de Oreja debieron de tardar en resolverse, ya que el contrato con Artadi y Zornoza no se formalizó hasta 1611. Los canteros se comprometieron a acabar las obras en ocho o diez años. Como garante de Artadi actuó el hijastro del primero, Alonso de Encinas (hacia 1576-¿1628?), que comenzaba a destacar como profesional de la construcción en Toledo y que llegó a titularse «maestro de obras de cantería de la santa iglesia de Toledo» en la escritura de fianza de su padrastro (4, 29v-31).

Artadi y Zornoza empezaron por las portadas, cuya realización compaginaron con la de la sacristía, situada por debajo del altar mayor, y la de las gradas de acceso a éste. En 1612, como señala la fecha inscrita a los lados de la cruz que se eleva sobre el frontón, estaba terminada la portada meridional, «hacia la plaza de la iglesia»,[8] actual Plaza del Mercado. La de los pies del templo se finalizó en 1614 y al año siguiente, «la del cierzo», en el costado septentrional, como indican las fechas inscritas en el mismo lugar en ambas. En el caso de esta última, la documentación de la iglesia especifica que se pagó al maestro una cantidad por deshacer la portada anterior y volver a hacerla con otra traza, aunque no se deja constancia de su autor.[9] Como ya se ha indicado más arriba, la existencia de otros proyectos anteriores para estas portadas es testimoniada por los arranques de unos arcos abovedados que permanecen embutidos en los contrafuertes entre los que se abren las entradas; su virtual volteo es marcado por el despiece de la sillería en el muro, que prosigue la línea semicircular hacia arriba. El casetonado que presenta el intradós de fragmentos abovedados, motivo que alcanzó un notable éxito en la decoración de las bóvedas «al romano» en la Arquitectura renacentista española durante el segundo cuarto del siglo XVI, puede ser atribuible aquí a la intervención de Lorenzo de Adonza, documentada en 1529



Figura 1
Detalle de la fachada meridional. Iglesia de Santa María. Colmenar de Oreja, Madrid (Fotografía de la autora)



Figura 2
Portada meridional. Iglesia de Santa María. Colmenar de Oreja, Madrid (Fotografía de la autora)

(Azcárate 1959, 109), al menos en lo referente a las fachadas septentrional y meridional (figura 1), cuyos diseños son los más tempranos. Pero tales formas ya no eran apropiadas a principios del siglo XVII.

En cuanto a las nuevas portadas, son variaciones sobre una misma composición constituida por un arco de medio punto de proporción dupla, incluido en un orden de columnas en cuyo ático se sitúa una hornacina rematada por frontón y flanqueada por aletones de transición; bolas y pirámides sobre pedestales se colocan a eje sobre las columnas y en el frontón y las enjutas se decoran con espejos (figura 2). La posibilidad de que hubieran sido trazadas por Juan Bautista Monegro (hacia 1541-1621) ya fue apuntada por Marías (1983-1986, vol. 2, 158), quien las relacionó con la fachada de la iglesia de San Pedro Mártir (1608), en Toledo. El parentesco es aún más estrecho con la portada de la Capilla del Sagrario en la Catedral de Toledo, proyectada por entonces igualmente por Monegro (Marías 1983-1986, vol. 2, 154-155) y en la que trabajaba Encinas en 1609 (Marías 1983-1986, vol. 2, 237-238). En esos años también se encargó al arquitecto toledano la capilla funeraria de don Pedro de León, obispo de Fossano, quien poco antes de morir en 1608 decidió recibir sepultura en su villa natal. Monegro hizo el proyecto con anterioridad a 1612 (Cervera Vera 1949, 131-144 y 156-168) y quizá se desplazó a Colmenar con objeto de examinar el lugar donde debía levantarse la nueva fábrica, que se integraría en ángulo nororiental del templo. Es altamente probable que en esos momentos Encinas interviniera de algún modo para conseguir las nuevas trazas de las portadas. La documentación sólo transmite que los diseños estaban en poder de los maestros y no se registra ningún pago por ellas.

En cualquier caso, para los diferentes órdenes arquitectónicos de cada entrada (dórico en la septentrional, toscano en la meridional y jónico en la occidental) las composiciones parecen seguir también los modelos de las ilustraciones del tratado de Vignola, que se podía consultar desde hacía años en su traducción española, *Regla de las cinco ordenes de Architectura* (Madrid, 1593). La expresión «como se requiere a buen arte» que se exigía a los artífices en el contrato remite, precisamente, a un lenguaje codificado cuyo conocimiento se extendía, gracias a la publicación de los tratados.

La torre de la iglesia de Santa María en Colmenar de Oreja

La breve intervención de Alonso de Encinas (1618-1622)

Artadi murió poco después de terminar las portadas, en 1617 o 1618.[10] La torre apenas se habría comenzado o ni tan siquiera lo habría hecho. En tanto que fiador de su suegro, Alonso de Encinas se hizo cargo de ello, a pesar de que se hallaba establecido en Toledo, donde participó en la construcción de algunos importantes edificios de la ciudad a las órdenes de Juan Bautista Monegro y de Nicolás de Vergara el Mozo (Pérez Sedano 1914, 89, 95 y 120; Marías 1983-1986, vol. 2, 237-238; Suárez Quevedo1988, vol. 1, 868-876). Encinas contó con la colaboración de los yernos de Zornoza, quizá también fallecido, quienes al menos colaboraron en la saca de la piedra (4, ff. 48-49). Con objeto de disponer del material necesario, Encinas compró unas tierras donde excavó unas canteras a cielo abierto.[11] Los bloques extraídos se desbastaban allí mismo y la iglesia costeaba su acarreo hasta el pie de la obra, donde los sillares terminaban de labrarse a picón y se escuadraban para ser asentados. Se hicieron los cimientos y se empezaron a levantar los tres muros de la torre, ya que el cuarto estaba constituido por el contiguo de la iglesia.

En 1622 Encinas llevaba hechos 8,5 pies de altura (algo menos de 2,5 metros, aproximadamente) del total de los 112 (31,5 m) que debía alcanzar. Pero entonces tuvo que interrumpir su trabajo porque la iglesia aceptó la postura que presentó Martín de Cortairi, vecino de Madrid, para hacerla por 7.980 ducados (4, f. 40), es decir, 1.800 menos que el precio del remate, aunque sele debía dar también la cuarta parte de la rebaja (450 ducados) en concepto de prometido (4, ff. 36v-39). No consta que Encinas opusiera resistencia a dejar la obra. Por su parte, Cortairi no actuaba solo en esta operación, sino en colaboración con el escultor y ensamblador Juan Muñoz (hacia 1572-1631),[12] quien en 1611 se había unido al escultor Alonso Pérez de Vallejo y a Francisco López, pintor del Rey, a los que se había adjudicado el retablo mayor del templo por 8.000 ducados.[13] Realizada la custodia en 1615 por Muñoz (Pérez Pastor 1914, 153), el retablo avanzaba lentamente y el artista debió de ver el encargo en peligro, pues Vallejo había fallecido, se había presentado una baja sobre el retablo (Agulló y Cobo 1978, 113) y los fondos de la iglesia debían de destinarse con preferencia a la terminación del edificio. Por ello el escultor entabló un pleito con los canteros, como se recogió en la visita de la iglesia en 1622, y quiso colocar a alguien afín en la construcción de la torre.[14]

Antes de que Cortairi prosiguiera la obra, se valoró lo realizado. Por parte de Encinas actuó como tasador Miguel del Valle y Aguilar (hacia 1575-después de 1647), alarife de la villa de Madrid y maestro de obras del Alcázar madrileño;[15] ambos se habrían conocido años atrás en el círculo de Juan Bautista Monegro en Toledo. Cortairi propuso a Sebastián de Echevarría, quien no pudo acudir; en su sustitución intervino Gabriel López, veedor de las fuentes de la capital, quien en 1612 ya había tasado las demasías de Artadi y Zornoza en la portada meridional y en la sacristía de la iglesia.[16]

La tasación del comienzo de la torre: datos sobre precios de la construcción hacia 1625

Los informes de las tasaciones (1, ff. 119-130),redactados a finales de 1624 y principios de 1625, introdujeron nuevos conceptos y ciertas matizaciones en la estimación con respecto a la documentación anterior. López y Valle estuvieron de acuerdoen los cómputos de las medidas del material utilizado y del acopiado, así como del que sería necesario para terminar la torre según estaba prevista en la traza. Pero discreparon en el procedimiento para justipreciar lo que se debía pagar a Encinas y, por lo tanto, en su valor monetario (tabla 2).

López calculó el importe de lo que costarían el cuerpo superior de la torre, de 9 pies (2,5 m) de altura y su balaustrada de piedra, el chapitel y la escalera interior de madera (23.845 reales). Una vez obtenido, lo restó del precio en el que se había contratado la torre (107.580reales) y, después, lo dividió entre los pies cúbicos del volumen que habrían de tener los 103 pies de altura del cuerpo principal (55.308), en los que incluyó también el de los huecos, por considerar que la ausencia del material era compensada por el mayor trabajo que requerían los vanos;[17] a partir de ahí, extrajo el valor medio del pie cúbico, que la documentación recogió en dos cantidades similares, 51,5 y 50,5 maravedís.[18] Sobre este precio estableció variables, ya que otorgó uno menor (30 mara-

	Presupuesto	Remate	López	Valle	Baja Cortairi
TORRE –Precio total		107.580 reales* (9.780 ducados)			**87.780 reales (7.980 ducados)**
Chapitel y escalera					
Cuerpo del chapitel: 9 pies altura; 1.315 pies^3			9.205 (1 pie =7 reales)		
Balaustrada: 480 pies^3			3.840 (1 pie = 8 reales / 272 mrs.)		
Chapitel(plomo/pizarra y armadura)			8.800		
Escalera interior y pisos de madera			2.000		
Total	11.700 reales		**23.845 reales**		
Precio de finalización de toda la torre				**87.087 reales** (107.580 reales - 20.493 reales)	
Cuerpo principal - Precio total 103 pies altura. Volumen en pies^3			**83.735 reales** (107.580 - 23.845) 55.308(incluidos huecos)	50.744 (sin huecos)	
Precio 1 pie^3 en maravedís			51,5	58,5	
Precios de lo realizado por Encinas – Cimientos: 2.201 pies^3 – Desescombro – 8,5 pies altura en 3 muros =3.953 pies^3 – Material acopiado = 436 varas – Cal – Cantera, taller y gastos **Total**			No computable (8 mrs. pie^3) 462 reales 3.488 reales (30 mrs. pie^3) 3.830 reales 340 reales **8.130 reales**	1.812 reales (28 mrs. pie^3) 1.500 reales 6.278 reales(54 mrs. pie^3) 4.542 (4.360 + 182) reales 340 reales 1.700 reales **16.176 reales (redondeo)**	

*1 ducado = 11 reales. 1 real = 34 maravedís. 1 ducado = 375 maravedís.

Fuente: Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, Pleitos Civiles, Pérez Alonso, Fenecidos, caja 2351-3, primera pieza, ff. 119-130.

Tabla 2
Tasación de lo realizado por Alonso de Encinas en la torre (1624-1625)

vedís)a lo construido a ras de tierra o a poca altura, como lo que había hecho Encinas, frente a lo realizado a un nivel más elevado, pues este último requería el empleo de grúas y otra maquinaria (238 maravedís), o el de la balaustrada superior (272 maravedís), que exigía una talla más cuidada. A su vez, entre los sillares que estaban a pie de obra, distinguió el precio de la vara (0,83 m. aproximadamente) entre los que tan sólo estaban desbastados (8,5 reales) y los que ya se habían labrado y asentado (15,5 reales), de lo que se deduce que a este último trabajo se le otorgabaun valor de 7 reales (238 maravedís).[19]

Miguel del Valle descontó el volumen de los huecos, pero adjudicó un precio mayor al pie cúbico (58,5 maravedís). No obstante, rebajó algo el que había que pagar a Encinas (54 maravedís), cuyos intereses defendió claramente, ya que incluyó en su cuenta otros conceptos no considerados por López, como la compra de los terrenos donde se habían abierto las canteras (1.000 reales), los gastos de las escrituras notariales y de los viajes entre Colmenar de Oreja y Toledo (400 reales), la construcción de un taller junto a la obra (300 reales) y la realización de los cimientos (1.812 reales y 20 maravedís), además de otorgar un mayor precio al material acopiado. El total (18.680 reales) ascendió casi al doble de lo calculado por López (8.130 reales). Ante la disparidad de ambas valoraciones, se convocó a un tercer maestro, Pedro Elizar, pero éste no pudo acudir. En su lugar lo hizo Francisco del Campo, igualmente maestro de cantería, quien coincidió en su tasación con la de López.

La torre actual

La torre que vemos hoy en día presenta algunos cambios con respecto al proyecto primitivo, según se deduce de lo valorado en la tasación. En ésta se tuvo en cuenta la balaustrada (estimada en 3.840 reales por López) que se remataba con bolas de evocación herreriana y que protegía la ronda en torno al cuerpo superior de la torre, que sería más estrecho que el cuerpo principal y sobre el que se elevaría el chapitel. La documentación parroquial señala a Martín de Cortairi como la «persona que trazó la obra de la torre que se hace en esta dicha iglesia»,[20] por lo que cabe atribuirle la modificación que suprimió tales elementos y simplificó los volúmenes de la torre en un bloque único (figura 3), así como también la división del conjunto en cuatro cuerpos separados por una sencilla línea de imposta, a partir de la cual se aprecia una leve disminución de la anchura conforme se elevan los cuerpos.[21]



Figura 3
Torre de la iglesia.Iglesia de Santa María. Colmenar de Oreja, Madrid (Fotografía de la autora)

Los pagos recogidos por la documentación de la iglesia indican que la construcción de la torre siguió avanzando en los años 30 del siglo XVII,[22] por lo que no tardaría en terminarse. Consecuentemente a los cambios introducidos, el chapitel apoyó directamente sobre la cornisa que remata el cuerpo de la torre. Su aspecto original, anterior al incendio que sufrió en 1886 y no muy diferente del actual, es conocido gracias a la acuarela que realizó Ulpiano Checa (1860-1916) con anterioridad a esa fecha y que se conserva en el museo dedicado a él en su villa natal de Colmenar de Oreja[23] (figura 4).

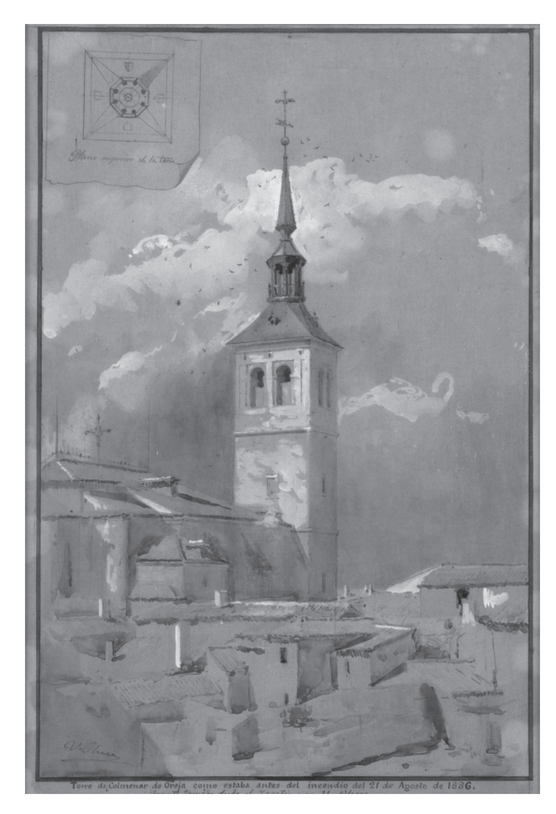


Figura 4
Ulpiano Checa. *Torre de Colmenar de Oreja como estaba antes del incendio del 21 de agosto de 1866.* Museo Municipal Ulpiano Checa. Colmenar de Oreja, Madrid (Fotografía cortesía del Museo)

El conflicto del pago a Encinas y su *taccuino*

En 1630, tras la muerte de Alonso González del Álamo, el mayordomo de la iglesia que había pagado a Encinas, se revisaron las cuentas de la parroquia, pues parecía que el maestro había recibido 14.000 reales de más con respecto a lo realizado. La reclamación de tal cantidad a sus herederos dio lugar al pleito del que hemos extraído la nueva documentación que aquí se presenta.

Entre los apuntes de los pagos se encontraba uno de 1.400 reales que figuró como otro muy superior, de 2.000 ducados (22.000 reales). Los herederos argumentaron que fueun acuerdo de «confianza», es decir, un «pacto o convenio hecho oculta y reservadamente entre dos o más personas» (RAE)realizado por conveniencia del mayordomo y que el maestro nunca recibió ese dinero. Según la documentación de la iglesia, fue un pago que se ajustó a una cantidad inferior porque lo construido no merecía más.[24]

Además de las consabidas declaraciones de testigos, los familiares de Encinas aportaron como prueba un pequeño cuaderno de cuentas del maestro,que se incorporó a la documentación del proceso y se conserva allí. Entre las páginas de este *taccuino* se encontraba una declaración firmada por González del Álamo, con fecha de 20 de febrero de 1624, en la que se reconocía ese pago «de confianza» (ff. 48v-49). Como es lógico, las partes litigantes presentaron testimonios diferentes sobre la autenticidad o falsedad de la letra, pero terminó aceptándose como prueba.

El interés de este cuadernillo de principios del siglo XVII transciende al de este episodio, pues la propia rareza de este tipo de piezas, apenas llegadas a nuestros días, ya le otorga un valor intrínseco. Su interpretación no es fácil, ya que, al tratarse de un objeto de uso personal, no se proporcionan muchos datos del contexto al que corresponden los apuntes que contiene. En general éstos son de tipo económico, de diferente alcance y carácter, como obligaciones, alquileres de casas y otros asuntos que proporcionan una muestra de la economía diversificada, con una cierta dimensión financiera y empresarial, a lo que se verían obligados estos maestros debido al elevado coste de los encargos en los que se encontraban comprometidos.

Varios pagos a oficiales y peones o por bloques de piedra testimonian la actividad de Encinas en la construcción. Ciertas anotaciones se refieren a im-

portantes empresas arquitectónicas de Toledo, como el Hospital de Afuera (1, ff. 33v y 42) o el claustro del desaparecido convento de Santa Catalina, según la traza del arquitecto Toribio González (Suárez Quevedo 1988, vol. I, 455-459 y 868-869 y vol. II, 1801-1816; 1990, 225-238). A propósito de esta última, se recoge el documento privado o la copia de otro, por el que intentaba asegurarse la fianza que Monegro presentó por Encinas en su contrato de la obra (1, ff. 29v-30). El listado de lo reunido con este motivo es revelador de cómo para alcanzar esas elevadas sumas era necesario acudir no sólo al dinero en curso, constituido por las monedas de plata, sino también a obligaciones financieras (juros, alcabalas), a mercancías (trigo, cebada) o a lo que hubiera de valor en el ajuar doméstico, tal como es detallado en un inventario de piezas de platería al que se unían algunas joyas (de oro, perlas y piedras preciosas), muebles y otros objetos que se incluye en esas páginas y que pertenecería a uno de los dos implicados en el acuerdo, ya fuera Monegro, ya Encinas.

Otras anotaciones relacionadas con Monegro, al que curiosamente se califica como pintor (1, f. 47),[25] recogen la compra por parte de éste de la hacienda de la Olmeda, que tenía vides y olivos y que, según la anotación de Encinas, valía 3.500 ducados (1, f. 35v); o diversas cuentas con personas de su entorno (Marías 1985, 2, 124-125), como su tío político Gregorio de Ribera (1, ff. 30, 33v y 36), María de Tovar (1, ff. 29v, 32v y 33v-34v) o Lorenzo Oliverio (1, f. 35). También aparecen nombres relacionados con la actividad artística y constructiva: el pintor Ríos; Agustín Ruiz, aparejador de Aranjuez (1, f. 35); el carpintero Luis Bramante (1, f. 33v); y los canteros Pedro de Rebolledo,[26] que trabajó a las órdenes de Encinas al menos en 1622 (1, ff. 37 y 52-53v), y Bartolomé de Peñalba, con el que colaboró en la cantería de la entrada del Hospital de Afuera (1, ff. 26, 36v, 38 y 39).

Los dibujos del *taccuino*

El cuadernillo contiene también cuatro dibujos, en realidad bocetos a mano alzada. Dos son muy simples y representan una escalera y un hueco de puerta (1, ff. 43 y 44), abierto este último en un arco carpanel apeado en dos pilares cuyos capiteles están formados por un bloque de piedra en forma de paralelepípedo rectangular, con una simplicidad de composición muy semejante a la de las ventanas que albergan las campanas en la torre de Colmenar de Oreja.

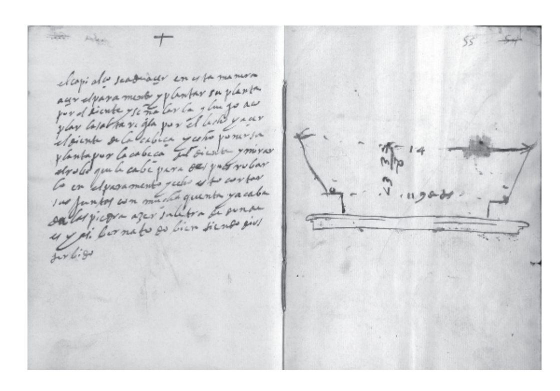


Figura 5
España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Archivo de la Real Chancillería de Valladolid. Pl. Civiles. Pérez Alonso (F). 2351, 3)

El rasguño que se encuentra en el folio 46 es más fino de concepción y ejecución. Parece un modelo de ménsula para una columna colgada que formaría parte de una estructura mural. La combinación de un núcleo cúbico, con un sobrio entablamento por encima, y de otras formas semiesféricas y campaniformes, presenta una estrecha semejanza con algunas piezas de plateríade fines del siglo XVI y primeras décadas del siglo XVII. Si se invirtiera la figura, sería similar a ciertas custodias y relicarios en forma de templete. Pero si se mantuviera el dibujo tal como es presentado y sugieren las «ces» que adornan las esquinas inferiores, el parentesco se encuentra más bien en los pies de cruz y en los nudos de cáliz.[27]

A diferencia de los otros, el cuarto dibujo (1, f. 55) lleva medidas y está acompañado de una explicación (1, f. 54v), que lo identifica como un capialzado, una de las operaciones que implicaba mayor dificultad en la construcción, como se expresa en la documentación que nos ocupa (1, f. 121v), aunque éste es bastante simple. Por la presencia de lo que parece un dintel en la parte inferior, el boceto (figura 5) mostraría un alzado o la sección vertical de ese capialzado, a realizar más bien con una pieza monolítica, ya que no hay indicaciones gráficas sobre el despiece del resto de los elementos.[28] Los ángulos superiores corresponderían a la introducción máxima de la pieza en el muro y los inferiores, a su encaje y descanso en los muros laterales. La repetición sucesiva de ese bloque cubriría el

fondo del hueco.El texto indica las operaciones a seguir para el corte de las dovelas de modo que ajusten con precisión en el muro: «el capialço se a de açer en esta manera: hacer el paramento y plantar su planta por el diente, y señalarla, y luego acoplar la salta regla por el lecho y hacer el diente de la cabeza; y echo, poner su planta por la cabeza del diente y mirar el robo que le cabe para después robarlo en el paramento; y echo esto, cortar sus juntas con mucha quenta; y acabada la piedra, azer su letra de donde es y asi berna todo bien siendo dios servido».

La distribución de carga que permite la forma trapezoidal de esta figura era bien conocida en el mundo de la cantería, como se puede ver, volviendo a la torre de la iglesia de Colmenar de Oreja, en las piezas de descarga colocadas por encima de los dinteles desus ventanas rectangulares (figura 6).



Figura 6
Detalle de una de las ventanas de la torre. Iglesia de Santa María. Colmenar de Oreja, Madrid (Fotografía de la autora)

Notas

Este trabajo ha sido realizado en el marco del GIR «IDINTAR» (Identidad e intercambios artísticos. De la Edad Media al Mundo Contemporáneo) de la Universidad de Valladolid y forma parte del Proyecto I+D «La materialización del proyecto. Aportación al conocimiento del proceso constructivo desde las fuentes documentales (siglos XVI-XIX)», HAR2013-44403, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

1. Véanse cómputos de población para la primera mitad del siglo XVI en Cortina Freire 2012, 32. A finales de esa centuria, según la Provisión Real dictada por Felipe II en 1597, se calculaba que la población se componía de 1.500 vecinos(Cervera Vera 1949, 147), lo que equivaldría,según la unidad de población histórica, aun mínimo de 6.000 habitantes.
2. Archivo de la Real Chancillería de Valladolid (ARChVa), Pleitos Civiles, Pérez Alonso, Fenecidos, caja 2351-3. De aquí en adelante las referencias la localización de los datos de este pleito se incorporan al texto entre paréntesis; dado que está compuesto por cuatro piezas, la primera cifra corresponderá a la pieza y la segunda, separada por coma, al número del folio, precedido por «f.».
3. Se ha hecho una conversión aproximada sobre la equivalencia 1 ducado = 11 reales, empleada frecuentemente en los cómputos del pleito, aunque el correcto era de 11 reales y 1 maravedí. A veces se han observado redondeos, o ligeras inexactitudes en las sumas.
4. La documentación del pleito contiene una información más completa que la publicada por Cervera Vera 1949, 148-153.
5. Véase pleito conservado en ARChVa, Sala de Hijosdalgo, caja 195,13; registro de ello en Ladrón de Guevara 2012, 130. En 1615 se dictó sentencia en su contra, por no haber conseguido probar su condición de hijodalgo, ARChVa, Registro de Ejecutorias, caja 2188, 30.
6. Había intervenido en la basílica de Atocha en 1610-1611 junto a otros oficiales de cantería de origen vizcaíno (Barrio Loza y Moya Valgañón 1981, 207).
7. Quizá fueron Andrés Serrano y Pedro de Andizpe a los que se pagaba en 1620 por su trabajo en la torre, Archivo Parroquial de Santa María de Colmenar de Oreja (APSMCO), Libro de Fábrica 2, ff. 236vº-237.
8. APSMCO, Libro de Fábrica 2, ff. 49, 52v y 66.
9. APSMCO, Libro de Fábrica 2, f. 109v.
10. El 13 de mayo de ese año la iglesia liquidaba las cuentas con sus hijas, APSMCO, Libro de Fábrica 2, f. 107.
11. Según la tasación de Miguel del Valle, quien valoró la compra y la operación en 1.000 reales, antes de llegar a los bancales hubo que retirar previamente mucha tierra y broza (1, f. 124).

12. .Activo al menos desde 1606 en el círculo cortesano madrileño y en Toledo (Bustamante García 1973; Martín González 1983, 251-253). Otros datos en Tovar Martín 1983, 334-335.
13. En 11 de septiembre de ese año formalizaba una escritura de compañía con Alonso de Vallejo para realizar los retablos de las iglesias de Algete y Colmenar de Oreja. Varios documentos sobre el proceso de ejecución del retablo de Colmenar de Oreja en Pérez Pastor, 1914, 141, 153 y 186 y Bustamante García 1973, 278.
14. Visita de la iglesia de 1622 (4, ff. 34v-35).
15. Sobre este maestro, Marías 1983-1986, vol. 2, 334-336; otros datos en Tovar Martín 1983.
16. APSMCO, Libro de Fábrica 2, ff. 66r y 66v.
17. En su opinión, la realización de las piezas que rodeaban al hueco (solera, jambas y dintel), de los derrames de su espesor, de las esquinas y de los capialzados «valen más que la froga y los sillares» (1, f. 121v).
18. A su vez, este precio era la suma de los 33'33 maravedís que correspondían a los sillares de ambas paredes, exterior e interior, y de los 17 y 1/6 maravedís en que se valoraba el relleno de la mampostería de piedra y cal entre las dos caras.
19. No se aplicó exactamente este valor en todo el material acopiado, ya que otras piezas se pagaron a 12 y a 11 reales.
20. APSMCO, Libro de Fábrica 2, fol. 196.
21. La novedad de este tipo de torre frente a la medieval en la zona toledana ha sido señalada por Marías (1983-1986, vol. 1, 164-165).
22. APSMCO, Libro de Fábrica 3, f. 117.
23. Agradezco a don Ángel Benito, Director del Museo Municipal Ulpiano Checa, en Colmenar de Oreja, la amable cesión de la fotografía para ser incluida en esta publicación.
24. APSMCO, Libro de Fábrica 3, f. 126v.
25. Sobre la relación de Monegro con la pintura, Marías 1983-1986, vol. 2, 128.
26. Sobre él Suárez Quevedo 1988, 1001.
27. A modo de ejemplo, véanse los seleccionados por Varas Ribero 2011, 551.
28. Agradezco a los profesores Gómez Martínez y Rabasa Díaz las respuestas a mis consultas sobre este dibujo.

Lista de referencias

Agulló y Cobo, Mercedes. 1978. *Documentos sobre escultores, entalladores y ensambladores de los siglos XVI al XVIII.* Valladolid: Universidad de Valladolid.

Azcárate, José María de. 1959. «Datos sobre las construcciones en el Priorato de Uclés durante la primera mitad del siglo XVI». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología,*25: 89-159.

Barrio Loza, José Ángel y Moya Valgañón, José G. 1980. «El modo vasco de producción arquitectónica en los siglos XVI-XVIII». *Kobie,* 10: 173-282.

Bustamante García, Agustín. 1973. «Juan Muñoz, escultor». *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología*, 39: 270-284.

Cervera Vera, Luis. 1949. «Notas sobre la Iglesia Parroquial de Santa María la Mayor en Colmenar de Oreja». *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones,* 53: 113-168.

Cortina Freire, Fernando. 2010. *Colmenar de Oreja en la Historia de España desde sus orígenes hasta el siglo XVIII.* Madrid.

Cortina Freire, Fernando. 2012. *Evolución de Colmenar de Oreja desde sus orígenes hasta el siglo XX.* Madrid.

Ladrón de Guevara, Manuel (dir.). 2012. *Pleitos de hidalguía que se conservan en el Archivo de la Real Chancillería de Valladolid (extracto de sus expedientes). Siglo XVII, reinado de Felipe III*, t. I, Madrid.

Marías, Fernando. 1983-1986. *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631),* 4 vols. Madrid: CSIC.

Martín González, Juan José. 1983, *Escultura barroca en España. 1600-1770.* Madrid: Cátedra.

Morena Bartolomé, Aurea de la. 1984. «La iglesia parroquial de Colmenar de Oreja, un cambio de estructura arquitectónica en el siglo XVI». *Anales del Instituto de Estudios Madrileños,* 21: 9-21.

Pérez Pastor, Cristóbal. 1914. «Noticias y documentos relativos a la Historia y Literatura españolas». *Memorias de la Real Academia de la Historia,* 11, 2. Madrid.

Pérez Sedano, Francisco. 1914. *Datos documentales inéditos para la Historia del Arte Español,* I: *Notas del Archivo de la Catedral de Toledo.* Madrid.

Suárez Quevedo, Diego. 1988. *Arquitectura barroca en Toledo: Siglo XVII.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Tovar Martín, Virginia. 1983. *Arquitectura madrileña del siglo XVII (Datos para su estudio).* Madrid: Instituto de Estudios Madrileños.

Varas Rivero, Manuel. 2011. «Aparición y arraigo del nudo arquitectónico manierista en la platería bajoandaluza. La huella de los modelos de Francisco de Alfaro». En *Estudios de platería. San Eloy 2011,* coord. por J. Rivas Carmona, 535-555. Murcia: Universidad de Murcia.

El sistema de cubiertas Madurell y su aplicación en los talleres del periódico ABC de Madrid

Esther Redondo Martínez

Los hermanos Madurell (Antonio, Felipe y Celestino) fueron unos conocidos constructores de Barcelona en los últimos años del siglo XIX y principios del XX. Llevaron a cabo numerosas obras, de distintos tipos y sistemas constructivos. Entre ellas, destaca su sistema de cubiertas Madurell, compuesto por arcos de ladrillo tabicados y atirantados y bóvedas tabicadas entre ellos. Patentaron este sistema en 1901, bajo el título «Un procedimiento para fabricar jácenas mixtas de hierro y ladrillo».

Se estudia el sistema constructivo «Cubiertas Madurell» y su funcionamiento estructural a partir de todos los documentos conservados, y más específicamente su aplicación a los talleres del periódico ABC. Este edificio se construye en unos pocos meses durante 1904, y cubre una luz de 25 m para los arcos y 6 m en las bóvedas. Por su tamaño y la rapidez con que fue construido, despertó bastante expectación, siendo publicado en 3 números del propio periódico y en revistas especializadas de la época como *La Construcción Moderna*.

El contexto: la bóveda tabicada en la arquitectura industrial española a finales del s. XIX y principios del XX

La bóveda tabicada es un sistema constructivo muy habitual en toda España donde se utiliza, al menos, desde el siglo XIV. Frente a la cantería, presenta evidentes ventajas: es mucho más fácil y rápido de construir, más barato; además es un sistema muy ligero, lo que reduce los empujes y permite adelgazar los muros que soportan el empuje de la bóveda.

Desde el siglo XIV hasta, aproximadamente, 1850, la manera de construir bóvedas tabicadas se mantiene con muy pocos cambios: se emplean sobre todo en iglesias de tamaño medio; las formas son «tradicionales»: bóvedas de cañón, medias naranjas, bóvedas baídas; los materiales empleados son ladrillos de pequeño tamaño y yeso. El tratado *Arte y Uso de Arquitectura*, de Fray Lorenzo de San Nicolás (1639) sigue siendo el documento más completo para ilustrar esta forma de construir.

Pero a lo largo del siglo XIX experimentan una evolución muy rápida, transformándose en un sistema constructivo distinto del inicial. Hay muchos factores que explican este cambio; uno de los más relevantes es su uso en los nuevos edificios requeridos para la industria, que se desarrolla en España desde 1830. La arquitectura industrial busca unos objetivos muy concretos: espacios grandes, diáfanos y bien iluminados con un mínimo coste. La construcción tabicada es un sistema que emplea materiales baratos y además es rápido de ejecutar, por lo que resulta idóneo para estos grandes edificios. Se produce una simbiosis entre el tipo de edificio y el sistema constructivo: las bóvedas y arcos tabicados permiten la construcción rápida y barata de los edificios industriales; a su vez, los retos que plantean estos edificios hacen evolucionar muy rápido el sistema de construcción tabicado.

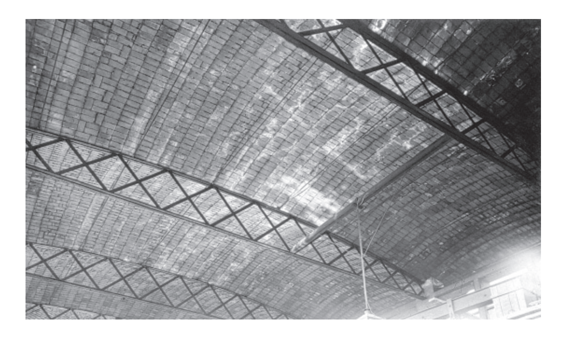


Figura 1
Nave de Calderería de la empresa Can Torras (Martorell 1910, 128)

El modelo que llega a España, en concreto a Cataluña, es la fábrica de pisos inglesa. Las primeras estructuras son de madera, pero los incendios eran frecuentes, por lo que pronto se desarrolla un modelo con vigas y pilares metálicos (primero de fundición y luego de hierro forjado) y forjados abovedados de ladrillo. Nada más llegar a Cataluña, se produce un cambio en el modelo inglés: las bóvedas que forman los forjados, que son de rosca de ladrillo en los modelos ingleses, pasan a ser tabicados en las fábricas catalanas, salvando luces de 3-3,5 m.

Las fábricas de pisos pronto quedan obsoletas por los cambios en la producción industrial, que requieren espacios más diáfanos. En los últimos años del siglo XIX se impone un nuevo modelo extensivo, de una sola planta: la fabrica-nave. Las bóvedas tabicadas también se adaptan a este tipo de edificio, incrementando su tamaño.

En algunos casos se emplean en el segundo orden de estructura, combinadas con hierro. Así son las naves que construye Juan Torras,[1] para su empresa de construcciones metálicas Can Torras: la nave de Calderería (ver figura 1) tiene bóvedas tabicadas de 5,65 m de luz y 0,50 m de flecha, apoyadas sobre cerchas de 14 m las naves de Herrería son aún mayores: bóvedas de 6 metros de luz y 0,55 m de flecha, apoyadas en cerchas de 19.

Otras fábricas de este tipo extensivo emplean bóvedas tabicadas para conformar el sistema estructural completo. El ejemplo más temprano es la conocida fábrica Batlló, construida por Rafael Guastavino en 1868: la sala de telares, enterrada bajo el patio central, es una retícula de pilares de fundición, separados 3,7 × 5,2 m, sobre los que apoyan arcos en dos direcciones y bóvedas tabicadas baídas sobre los arcos

La asociación entre el sistema tabicado y el hierro es muy relevante en la arquitectura industrial, ya que permite sustituir el pesado sistema de contrarresto murario por ligeros atirantamientos metálicos. Jerónimo Martorell escribe, en 1910, su conocido artículo: «Estructuras de ladrillo y hierro atirantado en la arquitectura catalana moderna». Así describe el tipo de edificio industrial que se está desarrollando en Cataluña:

> En Cataluña aparece hoy una nueva estructura arquitectónica. Se funda, en equilibrar los empujes, por tirantes de hierro, cruzando el espacio, ó bien ocultos en el grueso de los muros (…); combinar la obra de ladrillo con el hierro, de modo que aquélla forme los muros y cubiertas, los elementos sujetos a compresión, empleando el hierro atirantado, para dominar los esfuerzos oblicuos que se desarrollen (…)
>
> Los elementos que forman la nueva estructura, bóvedas de ladrillo tabicadas y tirantes de hierro, existían de antiguo y eran de uso corriente; ni uno ni otro han sido ahora descubiertos. Mas eran aplicados independientemente; la novedad que proclamamos, consiste en la combinación de los mismos (Martorell 1910, 119-20)

El sistema de cubiertas Madurell hermanos

Los hermanos Madurell comenzaron trabajando en Barcelona. La primera noticia sobre ellos es el registro de su patente «Un procedimiento para fabricar jácenas mixtas de hierro y ladrillo», de 1901.

En diciembre de 1902 la patente se describe en la revista *Arquitectura y Construcción*, y ahí se recogen dos edificios en construcción. En *La Construcción Moderna* de octubre 1904, con la obra del ABC en marcha, se indica que se han construido ya cinco o seis edificios siguiendo el sistema de cubiertas Madurell. Así que parece que la expansión del sistema fue bastante rápida. Ya en Martorell se les describe como «verdaderos especialistas para tal género de edificios» (1910, 130).

Celestino, uno de los hermanos, se instala en Madrid después de construir la nave del ABC, donde fue contratista de importantes edificios, como el Casino de Madrid, el edificio del Banco Español del Río de la Plata o las naves de la empresa Gal.

La patente «Un procedimiento para fabricar jácenas mixtas de hierro y ladrillo»

Los hermanos Madurell presentan su sistema de cubiertas al registro de patentes de Ministerio de Industria, en Barcelona, el 20 de mayo de 1901. Consta de una memoria y planos de plantas, secciones y detalles, ver figuras 2, 3 y 4. Se les concede «patente de invención» por un periodo de 20 años.

La memoria comienza con referencia a la «simbiosis» entre bóvedas tabicadas y hierro ya citada:

> La invención objeto de esta patente comprende una clase de jácenas en cuya construcción entran viguetas de hierro, ladrillo y cemento constituidas por la combinación de una vigueta de hierro recta o curva que hace el oficio de tirante, un tabique que descansa sobre toda la longitud de la vigueta y un arco ó una solera puesta sobre el tabique, y apoyándose por cada extremo en un estribo formado por viguetas verticales que se apoyan contra una traviesa horizontal empotrada en el alma de tirante (…)
>
> Con los elementos indicados pueden formarse distintas combinaciones: (…) jácenas formadas por un arco y un tirante curvo; otras formadas por un arco y un tirante recto; otras formadas por una solera plana y un tirante curvo y otras formadas por una solera plana y tirante recto (Madurell 1901).

La patente también incorpora algunos detalles, especialmente los que se refieren a la unión del tirante (a") con el arco (a), ver figura 4, a través de una pieza que denominan estribo, formada por unos pasadores verticales, a los que llaman apoyos (d) y una pieza horizontal, perpendicular al tirante, al que

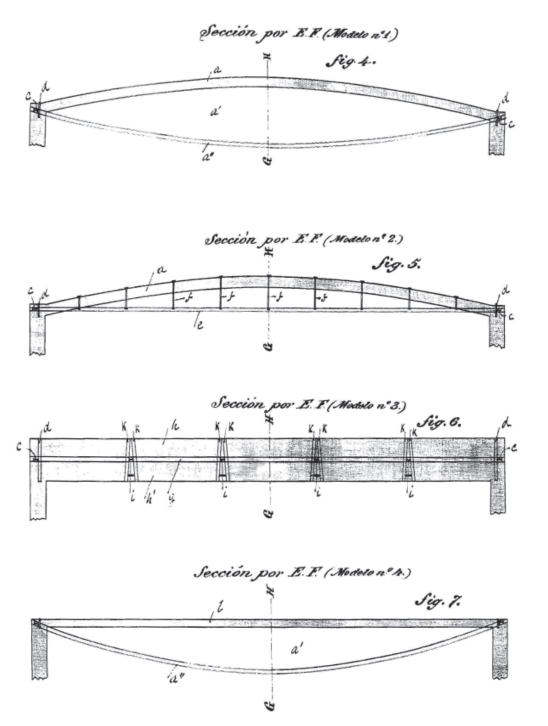


Figura 2
Distintas combinaciones posibles descritas en la patente de los Hermanos Madurell: modelo nº1, con arco y tirante curvo; modelo nº2, con arco curvo y tirante recto; modelo nº3, con solera plana y tirante plano; modelo nº4, con solera plana y tirante curvo (Madurell 1901)

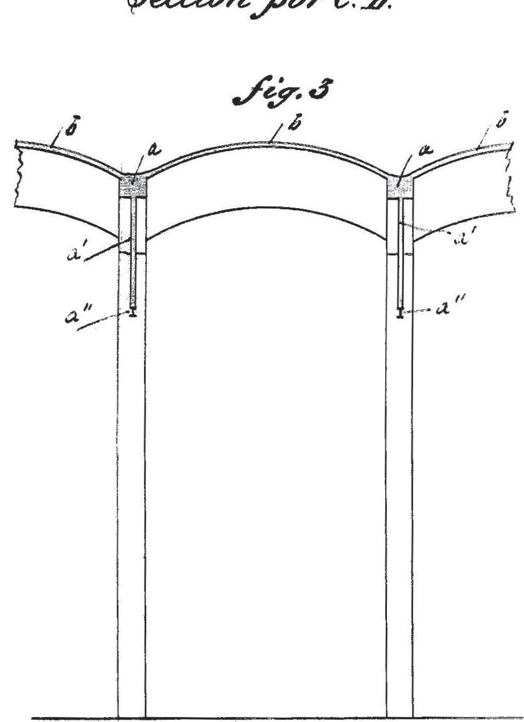


Figura 3
Sección perpendicular a las de la figura 2, mostrando las bóvedas tabicadas que forman el segundo orden de estructura apoyadas sobre los arcos (Madurell 1901)

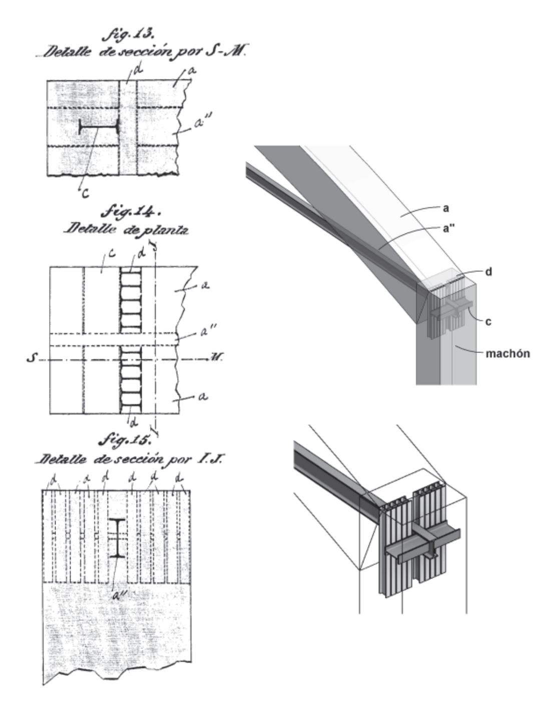


Figura 4
Detalles de la unión arco-estribo. A la izquierda, vistas en planta y sección (Madurell 1901); a la derecha. dibujos 3D (José Agulló 2015)

llaman traviesas (c). Los pasadores verticales (d) ocupan todo el ancho del arco, mucho mayor que el del tirante.

La patente tuvo bastante repercusión en revistas especializadas. Aparece en 2 números de la revista *Arquitectura y Construcción*:

En el número 125 se recoge, en tono publicitario, los avances que supone la patente, haciendo énfasis en que pueden cubrirse espacios «por grandes que sean sus dimensiones, sin estribos en que apoyarse (…) de 40 ó 50 m de anchura, sin temor alguno, con elementos tan nimios como el ladrillo y las tirantillas de hierro» («Construcciones sistema Madurell hermanos» 1902, 375).

El artículo del número 137 es un informe escrito por 3 arquitectos (José Torres, Juan Feu y Manuel Vega, este último es además el director de la revista) y firmado por varios más, avalando el nuevo sistema constructivo. Hace énfasis en la unión arco-tirante, que se describe de manera distinta a la que figura en la patente. Es interesante comprobar que los autores destacan la similitud del sistema con una jácena de hierro en lugar de con un sistema de arcos atirantado:

> El conjunto, por tanto, del elemento constructivo de que se habla, ofrece evidente analogía de oficio y destino con la composición de una jácena de hierro.
>
> (…) Por su aparente estructura, es evidente que ofrece también engañosa analogía con la formación de arcos, apoyados en estribos insuficientes que hayan debido ser atirantados para contrarrestar su fuerza expansiva en los extremos. (…) De suerte que el elemento de que se trata sólo ligeramente considerado puede ser tenido como semejante del arco atirantado; es una jácena, y, por tanto, en ella esas piezas componentes ejercen función completamente distinta que en las que en el arco desempeñan (Torres et al. 1903, II)

Se destaca también la ventaja que supone construir el cordón superior con material cerámico, en lugar de con hierro forjado, porque con el hierro la sección necesaria por resistencia es demasiado esbelta. En general, los comentarios acerca del comportamiento estructural del sistema constructivo siguen un enfoque resistente, sin dar importancia a la forma que debe tener el arco (aunque se explicita que es una catenaria).

Este artículo se examina un año después en los nº 19 y 20 de la revista *La Construcción Moderna*, publicados en octubre de 1904, cuando ya ha comenzado a construirse la gran nave del edificio ABC. El autor del artículo (Eduardo Gallego, ingeniero militar y director de la revista) es más crítico con el sistema Madurell: no le niega ventajas, pero sólo en el aspecto económico: «Esa preferencia de la mampostería sobre el hierro, en los casos que mecánicamente pueda aquella emplearse en condiciones adecuadas, depende sencillamente de que su coste es mucho menor» (Gallego 1904, 526). También hace unas consideraciones acerca del comportamiento estructural del elemento más acertadas, afirmando que debe tratarse y calcularse como un arco atirantado, ya que no es una jácena porque carece de alma triangulada. Aquí sí se tiene en cuenta los problemas de estabilidad que pueden plantearse al estar el arco superior formado por un material que sólo resiste compresiones:

> Cuando estos arcos o piezas curvas no adoptan la forma parabólica, como le sucede al Madurell, ó no están uniformemente cargados, la curva de presiones puede salir-

se de la pieza, y, en consecuencia, existir esfuerzos de flexión en parte de ella (…) no sabemos como se contrarrestarán esos esfuerzos de flexión, o como se evita que tales esfuerzos se produzcan (Gallego 1904, 527).

Pero la discusión es un poco retórica, ya que, se le llame jácena o arco atirantado, el sistema funciona. Que el arco tenga forma parabólica, catenaria o sea un arco de círculo tiene poca importancia, ya que las tres curvas son casi coincidentes en arcos tan rebajados como los que construyen los hermanos Madurell (Moya 1947, 23). Y además el espesor de estos arcos (los del edificio ABC de Madrid tiene 60 cm de grueso) hace posible alojar en su interior las líneas de empujes de cargas muy diferentes, como se verá más adelante.

Patentes anteriores: Torras y Guastavino

Por otro lado, es verdad que el sistema no es tan original, ya que patentes semejantes, en las que se aprovecha la resistencia a compresión del material cerámico combinado con la resistencia a tracción del hierro, ya habían sido registradas por Juan Torras, en 1876, y por su alumno Rafael Guastavino, en 1886.

Juan Torras construye en 1873 su propia vivienda en el Ensanche de Barcelona. Para esta construcción desarrolla una «viga mixta» de hierro y ladrillo (ver figura 5) que patentará unos años después, en 1876, con el título de «Un nuevo sistema de vigas y suelos colgados».

Torras describe así su patente en la memoria presentada el 23 de diciembre de 1876:

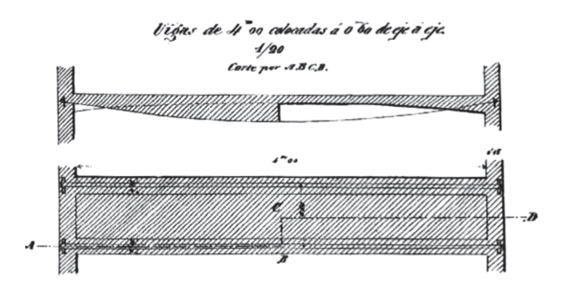


Figura 5
Viguetas utilizadas por Juan Torras en la construcción de su propia vivienda, en 1873, y patentadas en 1876 (Feliu Torras 2011)

El todo (…) resiste como un solo tablero formado de fábrica de albañilería, reforzada con nervios de lo mismo; en cuya parte inferior hay una llanta curva de hierro que se une en sus estremidades con el tablero (..). Así se tiene una forma aproximadamente de igual resistencia, resistiendo la fábrica de albañilería (..) a la compresión y el hierro a la tensión» (Feliú Torras 2011, 54-55).

La patente de Juan Torras está pensada para forjados de viviendas, por eso el tablero superior es horizontal y el tirante curvo. Pero el principio es el mismo que utilizarán los hermanos Madurell, de hecho es una de las variaciones que proponen.

Varias de las patentes que registra Rafael Guastavino en Estados Unidos recogen estructuras mixtas de cerámica y hierro. En concreto la número 336.048, «Construcción de edificios incombustibles» es un sistema de tablero cerámico atirantado muy similar (Redondo 2000, 898).

Obras de los Hermanos Madurell

El sistema de cubiertas Madurell se empleó en varios edificios industriales de Barcelona desde, al menos, 1902, aunque parece probable que se hubiera ensayado antes de patentarlo.

En el nº 125 de *Arquitectura y Construcción* (diciembre 1902), ya se hace referencia a dos edificios construidos con este tipo de cubierta: se indica que ya están ejecutados y que cubren luces de 14 y 20 m, respectivamente, ver figura 6.

Unos años después, en 1910, Jerónimo Martorell dedica buena parte de su artículo «Estructuras de ladrillo…» a las obras de los hermanos Madurell. El primer edificio que cita es la fábrica de vidrio Costa Florit. Por las dimensiones que indica (luz del arco 20 m) podría ser uno de los edificios que examinan en la revista *Arquitectura y Construcción*. Los arcos y bóvedas tienen perfil circular rebajado, no catenario como se indica en la patente y en los artículos de revista estudiados más arriba.

El siguiente es una fábrica de contadores Chamón y Triana. El arquitecto es Francisco Villar, el mismo que firma los talleres ABC. Este edificio es diferente porque no es una nave única: son 3 series de bóvedas apoyadas en pilares intermedios, con luces de 16 m para los arcos y 8 para las bóvedas. La sala tiene una dimensión total de 64 × 48 m, ver figura 7.

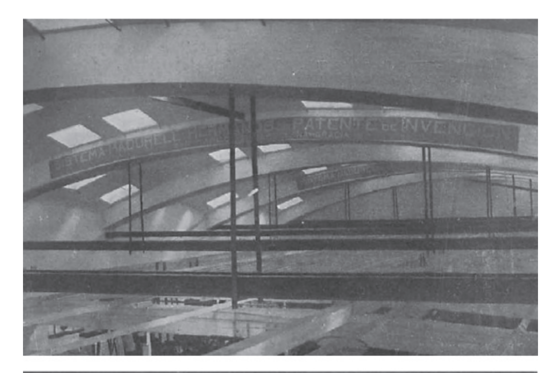




Figura 6
Dos edificios construidos con el sistema de cubiertas Madurell («Construcciones sistema Madurell hermanos» 1902, 375)

Aún se citan 3 obras más, que merecen mención especial «entre los diversos edificios industriales construidos por los señores Madurell Hermanos» (Martorell 1910, 132):



Figura 7
Vista interior de la fábrica de contadores Chamón y Triana (Folguera, ca. 1915)

– Talleres en la calle Luchana (Pueblo Nuevo, Barcelona), con arcos de 16 m de luz, sección 60 × 70 cm y bóvedas entre ellos de luz 8 m y 3 gruesos de rasilla.
– Talleres en la calle de la Independencia (Pueblo Nuevo, Barcelona), con arcos de 23 m de luz, sección 75 × 85 cm y bóvedas entre ellos de luz 6 m y 3gruesos de rasilla.
– Talleres del periódico ABC (calle Serrano, Madrid), arcos de 25,4 m de luz y sección 80 × 90 cm, bóvedas tabicadas entre ellos de luz 6 m y 3 gruesos de rasilla.

La aplicación del sistema a los talleres del periódico ABC

Historia constructiva del edificio

El edificio del periódico ABC se construyó en varias fases. En el Archivo de la Villa de Madrid se conservan cuatro expedientes de obras, desde 1896 hasta 1926. El edificio completo ocupa una manzana rectangular entre la calle Serrano y el Paseo de la Castellana, de dimensiones 25,50 × 100 m, ver figura 8.

El primer expediente, de julio de 1896 (AV 11-484-5) se refiere a la construcción de la parte del edificio que linda con la calle Serrrano. Es un edificio neomudejar, firmado por José López Sallabery, conocido como «Edificio Blanco y Negro».

De 1904 hay dos expedientes de obra. El primero (AV 16-215-9), detalla la ampliación hacia el paseo de la Castellana, que se construye con el sistema Madurell: arcos cubriendo los 25,5 metros de ancho y 7 crujías de bóvedas tabicadas de 6 m de luz. Está firmado por el arquitecto Francisco de Villar y Carmona en mayo de 1904. El segundo expediente referido a la nave (AV 14-186-17) se escribe en agosto de 1904, con la obra en marcha, y amplía la nave con tres crujías más, quedando un total de 10, con unas dimensiones de 25 × 60 m. Así se completa todo el solar, llegando hasta el paseo de la Castellana

El último expediente (AV 44-74-12) se refiere a la sustitución de la fachada de la nave hacia la Castellana, que sólo tenía una planta sobre rasante, por un edificio mucho más elevado (4 plantas+torreón sobre rasante) y representativo. El expediente es de 1926, está firmado por el arquitecto Teodoro Anasagasti y ya no emplea el sistema constructivo que nos ocupa.

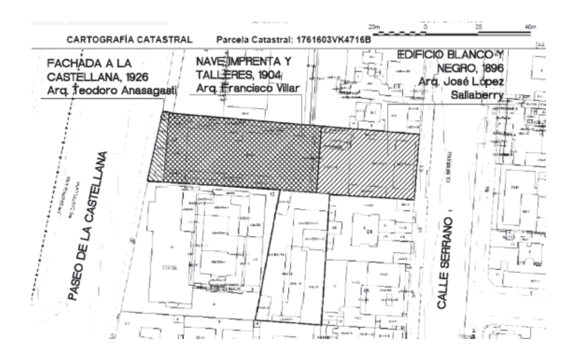


Figura 8
Fases constructivas del conjunto del edificio para el periódico ABC, dibujo de la autora sobre un plano actual de la Oficina del Catastro

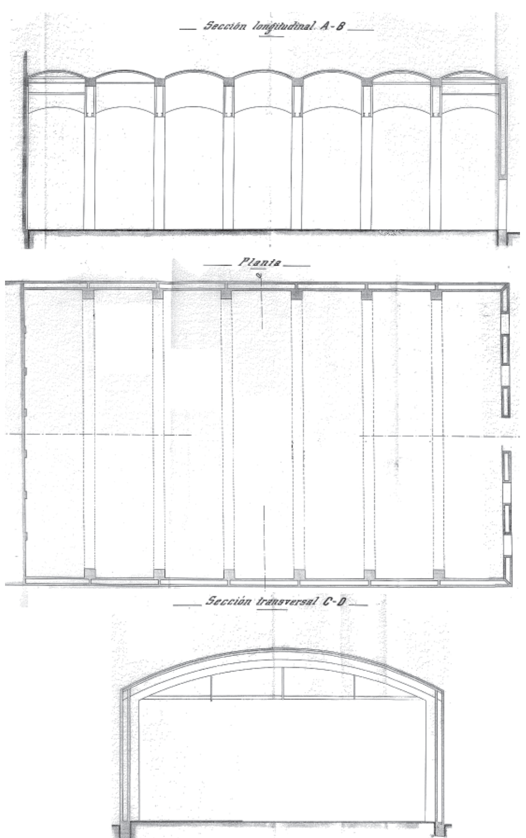


Figura 9
Nave inicial proyectada para el periódico ABC. Planta, sección longitudinal y transversal (AV 16-215-9. Mayo 1904)

La construcción de la gran nave de imprenta

El proyecto de la gran nave, que debía cubrir una anchura de 25 m sin pilares intermedios, con una altura de 13 m debió ser un reto importante para 1904.

En los artículos de la revista *La Construcción Moderna*, se indica que se hicieron estudios comparativos de cubierta con armadura de hierro y con hormigón armado. El proyecto con hormigón armado se encargó a Ribera, que desistió porque «no podía en tal aplicación competir económicamente el hormigón armado con el hierro» (Gallego 1904, 502). Finalmente «la economía que representa la aplicación de las cubiertas Madurell es tan notable, que la empresa de la popular revista ABC no vaciló previa consulta con el Arquitecto Sr. Sallaberry en contratar con la casa referida» (Gallego 1904, 502-503).

El tamaño de los elementos que conforman la cubierta se describe en Martorell (1910): arcos de 80 × 95 cm para cubrir una luz de 25,40 m; separación entre los arcos 6 m; entre los arcos, bóveda tabicada de doble hoja: la hoja exterior con tres gruesos de rasilla y espesor 9 cm; la interior tiene una sola hoja y 3 cm de espesor. Estas medidas coinciden con las de los planos presentados al Ayuntamiento de Madrid en mayo de 1904, que se conservan en el Archivo de la Villa (ver figura 9), y no tanto con la descripción que hace Gallego en *La Construcción Moderna*: luz de los arcos 24 m con una flecha de 2,60; distancia entre arcos 5 m, arco de 86 × 60 cm. También se especifica que entre las dos hojas de la bóveda hay una cámara de aire de 20 cm; que los tres gruesos de la hoja exterior se toman con cemento Portland y la interior «que no tiene misión alguna resistente» (Gallego 1904, 504) se recibe con yeso. Y que la última bóveda que se construye es una «losa continua que cubre la totalidad de las vaídas y trasdós de las jácenas o arcos» (Gallego 1904, 504). Esto parece indicar que la cubierta estaría formada por la propia bóveda, que es bastante habitual en los edificios de la arquitectura industrial catalana que se construyen con bóvedas tabicadas. Así queda rematada, por ejemplo, la fábrica de vidrio Costa Florit (ver Martorell 1910, 130).

En las secciones de la figura 9 se ven también los atirantamientos de las bóvedas, que no se describen en Martorell (1910): tres tirantes en los vanos extremos y uno en los adyacentes. Los centrales quedan sin atirantar.

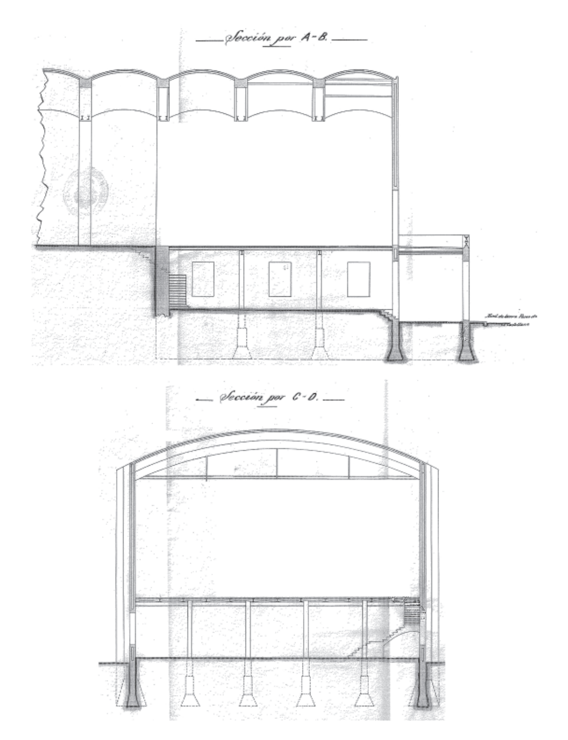
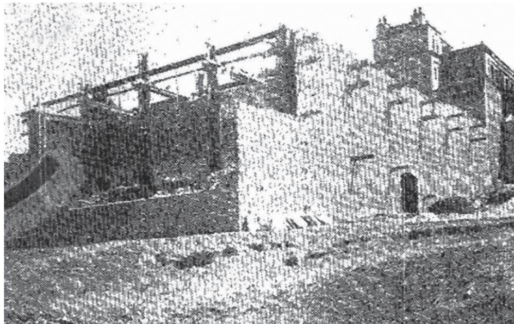


Figura 10
Ampliación de la nave inicial. Sección longitudinal y transversal (AV 14-186-17. Agosto 1904)



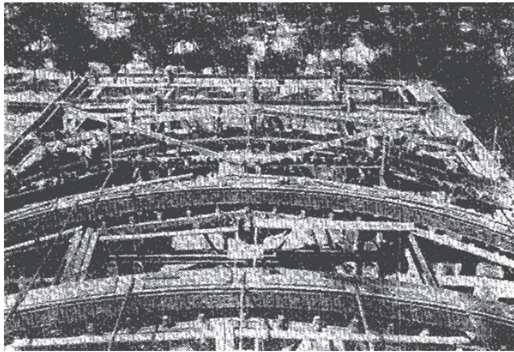


Figura 11
Imágenes de la construcción de la nave que aparecen en el periódico ABC del 8 de septiembre de 1904. Arriba, vista exterior desde el Paseo de la Castellana, con el edificio Blanco y Negro al fondo; Abajo, vista de la cubierta en construcción

El arquitecto describe así el sistema constructivo empleado:

> Por las dobles paredes de cierre y la doble bóveda tabicada de la cubierta (…) quedan resueltos los problemas generales propuestos y el especial de cubrir aquel gran espacio sin apoyos, lo resuelve la adopción del Sistema de cubiertas patentado de los Sres. Madurell Hermanos en el que por medio de unas bien halladas y entendidas armaduras mixtas formadas por arcos en los que están hábil y racionalmente combinados los materiales de tierra cocida y los varios cementos de unión, atirantados aquellos por piezas férreas que se unen a los arcos por medio de científica y técnica trabazón (AV 16-215-9)

El expediente AV 14-186-17 es una ampliación de la nave, con tres crujías más, empleando el mismo sistema de cubiertas Madurell. Como el paseo de la Castellana queda más bajo que la planta de nave que se construye, tiene una planta semienterrada que alcanza este nivel. El forjado de la planta semienterrada es más sencillo, con pilares intermedios, un entramado de vigas y viguetas metálicas y forjados de revoltón cerámico, ver figura 10.

El desarrollo de las obras de la nave aparece en tres números del propio periódico ABC: el 26 de mayo de 1904 se recoge el inicio de las obras:

> Como habrán visto muchos de nuestros lectores de Madrid, han comenzado ya en el solar de la Castellana y a continuación de la casa de Blanco y Negro, las obras de una gran galería para instalar las maquinarias y los talleres de ABC diario. Los acreditados constructores señores Madurell Hermanos de Barcelona, son los encargados de la edificación, en la que emplearán un procedimiento del cual tienen privilegio en España (ABC 26/05/1904, 8)

El 8 de septiembre de 1904 hay otra referencia al avance de la obra, en la que se indica que la cubierta

está apunto de terminarse. Aparecen también dos imágenes de la construcción, ver figura 11.

La última referencia a estas obras en los números del periódico ABC es del 8 de diciembre de 1904. La noticia relata como una gran nevada ha caído sobre Madrid y sobre la cubierta del los talleres, que ya se ha terminado por estas fechas:

> Sobre la cubierta de fábrica del edificio que para ABC se está terminando en la Castellana, la nieve formó una capa que en algunos sitios llegó a alcanzar más de un metro de espesor. La cubierta tiene en estos momentos 35 metros de largo por 25 de ancha. Los cálculos hechos arrojan un total de unas 150 toneladas. Es la mejor prueba de resistencia de la cubierta, si se tiene en cuenta que ésta, en toda su extensión de 25 metros de luz no lleva apoyo alguno intermedio, lo que prueba la solidez de esta clase de construcciones,
>
> Nuestra enhorabuena a los Sres. Madurell hermanos, contratistas constructores del edificio que tan brillantemente ha resistido la improvisada prueba de 150.000 kg de nieve (ABC 08/12/1904, 8)

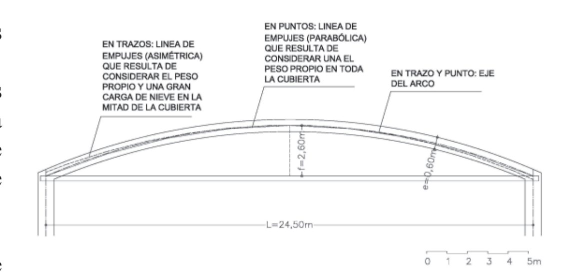


Figura 12
Líneas de empuje de distintas combinaciones de carga dibujadas en el interior del arco. Dibujo de la autora

Análisis de la estabilidad de la nave

En realidad no es extraño que la cubierta resistiera esa gran carga de nieve. El sistema Madurell, como cualquier otra cubierta de arcos y bóvedas, no suelen tener problemas de resistencia. Un arco de fábrica es seguro cuando está trabajando a compresión, y para comprobar esto es suficiente con dibujar las líneas de empuje de las diferentes cargas posibles en el interior del arco. Es un problema de forma, no de resistencia de la sección (Heyman, 1982)

En la figura 13 se dibuja un arco de la cubierta de los talleres ABC, siguiendo las medidas que se indican en el artículo de *La Construcción Moderna* (Gallego 1904, 504) ya que el espesor del arco (60 cm) es el menor. Sobre él se dibuja una de las posibles líneas de empuje de las siguientes cargas:

- El peso propio de la cubierta (en línea de puntos): considerando una separación entre arcos de 5 m, y un espesor de ladrillo en las bóvedas de 12 cm (9 cm de la hoja exterior y 3 de la interior) y el espesor del arco de 60 cm, la carga lineal sobre cada arco, debida al peso propio, son 19 kN/ml. La línea de empujes de esta carga sería una catenaria. Para un arco tan tendido se puede sustituir con un error mínimo por una parábola, que es la curva que se dibuja en la figura 13 en línea de puntos. El arco de 60 cm es muy grueso y perfectamente capaz de contener en su interior esta línea de empujes parabólica, que también es muy similar a un arco de círculo tan rebajado.[2]
- El peso propio de la cubierta y una carga asimétrica de nieve, situada sólo en la mitad de la cubierta, que se dibuja en línea de trazos en el arco de la figura 13.[3] Sobre el valor de la carga de nieve posible, se ha tomado un valor actual para la ciudad de Madrid (0,6 kN/m^2) porque los datos que se indican en el periódico no pueden ser reales.[4] Esto implica una carga sobre la mitad «nevada» del arco de 22 kN/ml; y los ya citados 19 kN/ml sobre la otra mitad. Como se ve, el incremento de carga es pequeño. La línea de empujes varía muy poco y también cabe holgadamente en el interior del arco.

En cuanto a los valores de los esfuerzos en el arco y los empujes que debe resistir el tirante: el empuje que causa la carga uniforme, obtenido con la fórmula de un arco parabólico ($E=ql^2/8f$) es 550 kN. La línea de empujes que se ha dibujado para la carga asimétrica corresponde con un empuje de 600 kN. El arco tiene un ángulo en el arranque de 12º, así que el normal máximo en el arco es 600kN/cos12=613 kN. Para la sección de arco que se indica en *La Construcción Moderna*, 86 × 60 cm, la tensión máxima es 1,18 N/mm^2, un valor muy por debajo de la resistencia de una fabrica tabicada.[5] El tirante, formado por 2 IPN240, está muy sobredimensionado.



Figura 13
Interior de la nave, terminada y con la maquinaria colocada, obtenida poco después de su terminación (ca. 1905). Archivo digital ABC (http://abcfoto.abc.es)

La vida de los talleres ABC

La figura 13 es una imagen interior de los talleres, terminados y con la maquinaria instalada, obtenida hacia 1905.

La nave de máquinas del ABC se mantuvo en pie hasta alrededor de 1990. Ese año se derriba para albergar el actual centro comercial ABC Serrano, sobre un proyecto del arquitecto Mariano Bayón, que respeta las fachadas hacia la calle Serrano (edificio Blanco y Negro, 1896) y hacia la Castellana (1926), pero no la nave industrial interior. La reconstrucción es cuidadosa con la forma original, que vuelven a ser arcos y bóvedas vaídas sobre ellos, ahora de hormigón armado (ver figura 14), pero no con los materiales. Las bóvedas tabicadas de ladrillo siempre han sido un sistema constructivo humilde, eficaz pero poco aparente, y en la memoria del nuevo proyecto vuelve a aparecer su fama de «falsas bóvedas», como ya las califica el padre Tosca en 1727.[6] Así se describen en la memoria del proyecto:

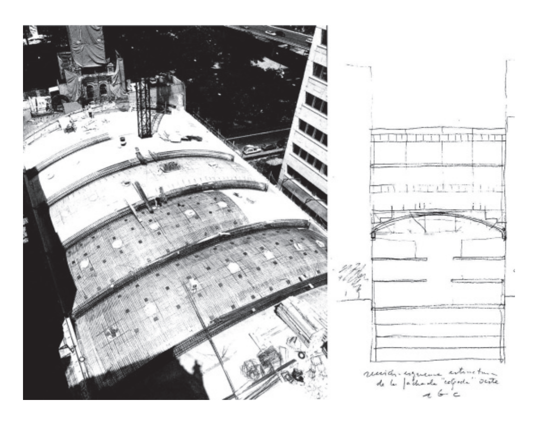


Figura 14
Vista de la construcción y croquis del centro comercial ABC (Bayón 1999, 21)

> Esta sala de máquinas, demolida por nosotros en su integridad en razón a su amenazante cobertura de falsa bóveda prolijamente tensada y construida con roscas de ladrillo que se desprendían sin remedio (…)
>
> Retomando las formas de la antigua falsa bóveda de ladrillo armada se ha construido una bóveda de toda esa dimensión construida en hormigón in situ (..) y con arcos tensados sobre los que descansan una serie igual de bóvedas de doble curvatura, horadadas para permitir la entrada de luz (Bayón 1999, 20)

Notas

1. Juan Torrás y Guardiola se tituló como arquitecto en 1854. En 1855 comienza a dar clases de construcción en la escuela de Maestros de Obras, donde será profesor de Rafael Guastavino y, desde 1870 en la recién creada Escuela de Arquitectura de Barcelona. Aquí se encarga de la asignatura Mecánica Aplicada, lo que le interesa en el uso del hierro en la arquitectura. En 1877 formará su propia empresa de construcciones metálicas: Can Torras del Ferros, que basa su éxito en los cálculos mecánicos ajustados que Juan Torras era capaz de realizar y que abarataban el coste de la estructura.
2. Cualquier arco de círculo muy rebajado, incluso con una proporción mucho más esbelta de la del arco Madurell, es capaz de resistir sin problemas una carga uniforme, que da lugar a una línea de empujes parabólica. Por esta razón pueden construirse esbeltísimas bóvedas tabicadas con esta forma (Redondo 2013). Otra cosa es como se resisten los elevados empujes que un arco tan plano provoca sobre los apoyos.
3. El dibujo de línea de empujes de una carga de nieve sobre toda la cubierta, sumada al peso propio, como se explica en el artículo del periódico ABC, no tiene interés, ya que su forma es la misma que la del peso propio sólo.
4. El artículo de ABC del 8 de diciembre de 1904 indica que el espesor caido ha sido superior a 1 m. Y que el peso total sobre la cubierta (de 25 × 35 m) han sido unas 150 toneladas. Esto corresponde a una carga superficial de 1,71 kN/m^2. La nieve pesa entre 0,4 y 0,6 kN/m^3, luego ese valor se corresponde con, al menos, 3 m de nieve sobre la cubierta. Ante la irrealidad del cálculo, se ha considerado el dato asignado para la nieve en la ciudad de Madrid según la normativa actual (0,6 kN/m^2)

5. Es dificil ajustar datos acerca de la tensión de rotura de una fábrica tabicada, al estar formada por dos materiales distintos: ladrillos y mortero de cemento, cal o yeso. Distintos autores ensayan probetas de fábrica tabicada en los últimos años del s. XIX y en el s. XX: Guastavino, en 1893, obtiene una tensión media de rotura de 14,21 N/mm^2 (Guastavino 1893, 59). Bergós, en 1965, rompe probetas cúbicas a una media más elevada, de 21,5 N/mm^2 (Bergos 1965, 29). En ambos casos el aglomerante es cemento Portland.
6. «Puedese fábricar el Arco de Albañilería o de piedra siendo de Albañilería o es tabicado, que solo sirve para falseado y apariencia» (Tosca 1727, 96)

Lista de referencias

1896. «Expediente para construir una casa en la calle Serrano, nº 43». Archivo Villa nº 11-484-5

1902. «Construcciones sistema Madurell hermanos». *Arquitectura y Construcción*, 125, diciembre 1902: 375-376.

1904a. «Expediente para construir una nave a espaldas del Edificio de Blanco y Negro, en el Paseo de la Castellana 14». Archivo Villa, 16-215-9

1904b. «Expediente sobre obras de ampliación en la casa del Blanco y Negro, con fachada al nº 8 de la Castellana». Archivo Villa, 14-186-17

1904c. ABC Diario. 26 Mayo 1904

1904d. ABC Diario. 8 Septiembre 1904

1904e. ABC Diario. 8 Diciembre 1904

1926. «Expediente para ampliar el edificio de Blanco y Negro y ABC por el lado del Paseo de la Castellana». Archivo Villa, 44-77-12

Bayón, M. 1999. Mariano Bayón. Works. Serie Arquitecturas de Autor, 11. Pamplona: Ediciones T6.

Bergós Massó, J. 1965 (s.a. en el original). *Tabicados huecos. Bases para las dimensiones de las bóvedas y cubiertas del Templo Expiatorio de la Sagrada Familia.* Barcelona: Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares.

Feliu Torras, A. 2011 (ed). *La Barcelona del ferro. A proposit de Joan Torras Guardiola*. Barcelona.

Folguera, F. *La volta de mahó de plá*. Manuscrito inédito (ca. 1915). Barcelona.

Gallego, E. 1904. «El nuevo edificio del 'ABC' y las cubiertas sistema Madurell». (1ª parte). *La construcción moderna,* 19, 15 octubre 1904: 501-506. (2ª parte). *La construcción moderna,* nº 20, 30 octubre 1904: 525-527

Graus R., 2012. *Modernització, tècnica i arquitectura a Catalunya 1903-1929*. Tesis doctoral. Departamento de Composición Arquitectónica. ETSAB. UPC

Guastavino, R. 1893. *Essay on the Theory and History of Cohesive Construction, applied especially to the timbrel vault.* Boston: Ticknor and Company.

Heyman, J.1982. *The Masonry Arch.* Chichester: Ellis Horwood.

Madurell, C., F. y A. 1901. *Un procedimiento para fabricar jacenas mixtas de hierro y ladrillo*. Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, exp. 27839.

Martorell, J. 1910. «Estructuras de ladrillo y hierro atirantado en la arquitectura catalana moderna». *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña*: pp. 119-146

Moya Blanco, L. 1947. *Bóvedas Tabicadas.* Madrid: Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Arquitectura

Redondo Martínez, E. 2000. «Las patentes de Guastavino&Co en EEUU. 1885-1939». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEHC, Universidad de Sevilla, CEHOPU

Redondo Martínez, E. 2013. *La boveda tabicada en España en el siglo XIX*. Tesis doctoral. Departamento de Estructuras de la Edificación. ETSAM. UPM

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1639. *Arte y uso de arquitectura. Primera parte*. Madrid: s.i. Fasc. Madrid: Albatros Ediciones, 1989.

Torres Argullol, J. et al. 1903. «Cubiertas sistema Madurell hermanos. Jácenas mixtas». *Arquitectura y Construcción*, suplemento al nº 137, diciembre 1903: I-IV

Tosca, Tomás Vicente. 1727. *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería.* Madrid: Imprenta de Antonio Marín. Fasc. Valencia: Colección Biblioteca Valenciana, Librerías Paris-Valencia, 1992.

Las construcciones cuentan su historia: ciudades, poblados y caseríos de Cuba, siglos XVI al XIX

Gina Rey Rodríguez

Cuba se caracteriza por un gran universo de asentamientos poblacionales los que conforman una densa red que cubre la casi totalidad del territorio nacional, encontrándose las mayores densidades en las áreas costeras las que disminuyen considerablemente en las zonas montañosas del país. La riqueza cultural y la memoria histórica que guardan esas estructuras territoriales motivó la iniciativa de reunir en un solo libro la información dispersa sobre el conjunto de los asentamientos poblaciones del país, y el papel que jugaron las construcciones en el proceso de poblamiento y urbanización.

El minucioso trabajo de investigación realizado abarcó un gran número de fuentes documentales lo que permitió alcanzar el objetivo fijado para el contenido del libro que fue la elaboración de un compendio que reuniera el mayor número de asentamientos poblacionales de los que se obtuvo información con el fin de ofrecer un cuadro lo más completo posible del poblamiento del país y de sus construcciones, incluidas sus tres formas principales: ciudades, poblados y los pequeños asentamientos de base conocidos en cuba como caseríos.

Los resultados de la investigación se recogen en un libro en fase de edición titulado «Las construcciones cuentan su historia: ciudades, pueblos y caseríos de Cuba» de los autores Juan de las Cuevas Toraya y Gina Rey Rodríguez. El contenido fundamental del libro es un compendio de los asentamientos poblacionales fundados en el período colonial que abarca los siglos XVI al XIX organizados cronológicamente según su fecha de fundación, la que fue definida de acuerdo con el criterio de considerar la fecha en que aparece documentada la existencia de una agrupación de personas y construcciones en un determinado sitio, haciéndose referencia además a la fecha de fundación que aparece en la Cédula Real que reconocía de manera oficial la existencia de un asentamiento poblacional.

El contenido del libro se estructuró en dos capítulos y sus anexos. En el primer capítulo, dedicado a los asentamientos y las construcciones, se analiza el surgimiento de los primeros núcleos poblacionales, como resultado de la fundación por Diego Velázquez de las siete primeras villas, entre 1511 y 1515, proceso que se interrumpe con la creación de los virreinatos de México y Perú, hasta que con la instauración del sistema de flotas, a mediados del siglo XVI, La Habana cobrará singular importancia por su posición geográfica, en el tránsito entre el Nuevo y el Viejo Continente. En el período inicial de la colonización se valora el papel de las comunicaciones por mar y el establecimiento de los hatos y corrales en la aparición de los asentamientos poblacionales, y su desarrollo ulterior, entre los siglos XVII y XIX, motivado por el avance de una economía agrícola vinculada a la producción de azúcar, tabaco y café.

El segundo capítulo, que constituye el centro temático del libro, aborda por orden cronológico la aparición y desarrollo de 258 asentamientos, a lo largo de toda la Isla, con numerosas imágenes de construcciones, que fueron apareciendo en el transcurso

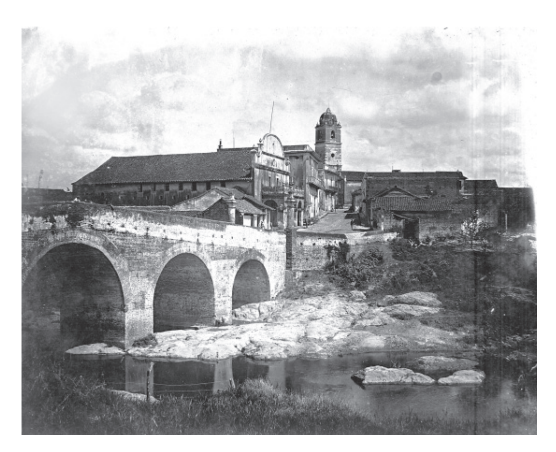


Figura 1
El puente del río Yayabo en la villa de Sancti Spiritus, imagen de fines del siglo XIX (Archivo del Ministerio de la Construcción de Cuba)

de los siglos coloniales, así como una variada información acerca de esas localidades. Para cada asentamiento se ha elaborado una reseña sintética que contiene la información sobre las características de su localización geográfica, las motivaciones que originaron su fundación, las características físicas de su trazado, las construcciones más significativas por sus rasgos distintivos arquitectónicos, la influencia de la actividad económica en su desarrollo y los vínculos territoriales a través de las vías de comunicación.

Especial significación dentro del texto posee el origen y evolución de La Habana, donde se parte del primer asentamiento en la costa sur a la altura de 1514, su tránsito por La Chorrera al año entrante, hasta su establecimiento definitivo junto al puerto Carenas, en 1519. Atendiendo a la indiscutible importancia del papel desempeñado a lo largo de los siglos, por la capital de la Mayor de las Antillas, en la descripción del entorno habanero se abordan sus construcciones más relevantes como el sistema defensivo, las instalaciones portuarias; los espacios y edificios públicos; las edificaciones religiosas las sociedades, hoteles, sitios de esparcimiento; las viviendas; las obras de ingeniería, caminos, calles y calzadas; los acueductos; el ferrocarril; los astilleros y otras industrias.

Por su enfoque didáctico resultará de interés para los estudiantes, como para la población en sentido general, además de constituir un texto de obligada consulta, con vistas a los estudios sobre la historia de las construcciones en Cuba. La necesaria continuidad de este trabajo permitirá completar la información aún insuficiente sobre algunos asentamientos lo que resulta de gran importancia para el conocimiento del rico universo de los asentamientos poblacionales de Cuba.

Principales fuentes documentales utilizadas en la investigación

Diccionario Geográfico, Histórico Y Estadístico De La Isla De Cuba, 1863 - 1866, por el Académico de Historia: Jacobo de la Pezuela y Lobo (Cádiz 1812 - La Habana 1882). Esta monumental y enciclopédica obra aportó descripciones sintéticas y datos estadísticos sobre los núcleos poblacionales existentes hasta mediados del siglo XIX. Ofrece una prolija información estadística basada en el censo de 1846 y sobre sus fundaciones, población, cantidad y tipos de viviendas y en algunas descripciones de sus construcciones.

La Arquitectura Colonial Cubana: Del profesor de Historia de la Arquitectura de la Universidad de La Habana Joaquín. E. Weiss. (La Habana 1894 - 1968). Contiene una descripción detallada características arquitectónicas de las principales construcciones coloniales de Cuba. Weiss describió fortalezas, iglesias, teatros, mercados, hospitales, plazas, parques, la arquitectura doméstica a partir de un acucioso trabajo de investigación que significa un aporte fundamental al conocimiento de la historia de la arquitectura colonial cubana.

Isla de Cuba: Carta geotopográfica redactada a partir del levantamiento realizado por Esteban Pichardo entre los años 1872 y 1875, considerada la obra más importante de ese tipo realizada en el período colonial por su precisión y grado de detalle en la que aparecen: accidentes geográficos, relieves, núcleos rurales y urbanos, paraderos, embarcaderos, caseríos, caminos, ferrocarriles, tiendas, minas, ingenios, cafetales; información esta, recogida por el autor, en un arduo trabajo de campo que se extendió por tres años. Fue editado por Ernesto de los Ríos del Departamento Colección Cubana, Mapoteca de la Biblioteca Nacional de Cuba en 1970.

El Ingenio, complejo económico y social cubano del azúcar: del doctor en Ciencias Sociales y profe-

sor de historia de la Universidad de Oriente Manuel Moreno Fraginals. Esta obra, publicada en 1964, constituye un clásico de la historiografía cubana porque realiza un riguroso estudio del desarrollo de la industria azucarera cubana hasta el XIX, detallando su evolución tecnológica, socioeconómica e impacto en las transformaciones del territorio.

Historia Económica de Cuba: del doctor Ciencias Políticas, Sociales y Económicas Julio Le Riverend Profesor de la Universidad de La Habana, director del Archivo Nacional y de la Biblioteca Nacional «José Martí». En esta obra se detallan las motivaciones económicas de la conquista de Cuba, los fundamentos de la economía colonial, la estructura agraria, la explotación del trabajo, la primitiva organización industrial, la naciente industria azucarera, la organización del comercio, la economía tabacalera y la evolución industrial en nuestro país.

Caminos para el azúcar: Este estudio histórico fue realizado entre los años 1974 y 1977 por los doctores en Ciencias Históricas Oscar Zanetti Lecuona (1946) y Alejandro García Álvarez (1932). En él se muestra con claridad la crucial importancia y trascendencia del ferrocarril en el desarrollo azucarero en el occidente del país en el siglo XIX y en el proceso de fundación de asentamientos y poblados a lo largo de su ruta.

Historia de la Iglesia Católica en Cuba, la iglesia en las patrias de los criollos (1516 - 1789): En este libro de los autores Eduardo Torres-Cuevas y Edelberto Leiva Lajara (La Habana 1964). En esta obra se analiza exhaustivamente el contenido de los informes aportados por los obispos en sus primeras visitas eclesiásticas que recorrieron buena parte del el territorio de Cuba, razón por la que constituyen hasta mediados del siglo XVIII las únicas fuentes de información sobre los habitantes, asentamientos y principales construcciones. Se destacan las de los obispos Juan del Castillo (1569 - 1579); Alonso Enríquez de Almendariz (1606 - 1624); Diego Evelino Hurtado y Vélez, conocido como el obispo de Compostela (1687 - 1704) y su sucesor Jerónimo de Nosti y Valdés (obispo Valdés 1706 - 1729).

La historia como condicionante del territorio. El caso Cuba: de Enrique Juan de Dios Fernández Figueroa, doctor y profesor de la Facultad de Arquitectura y experto en planeamiento regional y urbano. En el libro se muestra un análisis de la evolución de la población, su distribución territorial, los núcleos de población concentrados, los vínculos con el desarrollo económico, las infraestructuras técnicas, los sistemas de transporte, puertos y embarcaderos, y el condicionamiento histórico que estas estructuras establecen a la proyección del desarrollo futuro de las regiones de Cuba.

La Habana. Apuntes históricos: de Emilio Roig de Leuchsenring (La Habana 1889 - 1964). Abogado y periodista, desde 1935 fue el Historiador de La Habana, además dirigió el Archivo Histórico y el Museo de la ciudad. Coordinó la publicación del *Libro de Cuba* y la *Recopilación de las Actas Capitulares del Ayuntamiento de La Habana.* En tres voluminosos tomos el doctor Roig ordenó por temas, describiendo todas las construcciones y sitios importantes de la ciudad desde el siglo XVI hasta 1960, separando los períodos de la colonia y de la república neocolonial. Así se muestran iglesias, fortalezas, residencias, parques, estatuas, edificios públicos y privados, hospitales, etc.

La Habana Antigua: obra del doctor Manuel Pérez Beato (Cádiz 1857) Médico cirujano y profesor y vicedirector de la Escuela de Artes y Oficios de La Habana. El autor en su libro *Habana Antigua* recogió datos de la fundación de la villa, su toponimia en los siglos XVI y XVII, con riqueza de detalles sobre el origen del nombre de sus calles, los barrios extramuros, las esquinas más importantes, callejones, las plazas, puentes, alcantarillas, huertas y otros lugares significativos.

Historia documentada de San Cristóbal de La Habana: su autora es la historiadora norteamericana Irene A. Wright quien residió en La Habana durante diez años. Trabajó con gran empeño y tesón desempolvando en los estantes, cajones y legajos del Archivo de Indias los documentos relativos a la historia de San Cristóbal de la Habana, de la cual acompañó todos los documentos importantes relativos a esta villa del siglo XVI y hasta la mitad del XVII, aportando datos desconocidos hasta entonces.

La Habana, ciudad antigua, obra del Historiador de la Ciudad de La Habana Dr. Eusebio Leal Spengler (La Habana, 1942). Historiador y director de la Oficina del Historiador de la Ciudad. Su obra en la recuperación del centro histórico de la Habana Vieja es considerada ha recibido numerosos reconocimientos internacionales. El contenido del libro ofrece una imagen vívida de La Habana y de su evolución desde sus años fundacionales, que ilustra tanto

los acontecimientos históricos más importantes como la arquitectura y las costumbres de la vida cotidiana en la naciente villa.

Los asentamientos poblacionales y las construcciones

La fundación por Velázquez de las primeras villas en los inicios del siglo XVI obedeció a diversos factores, entre ellos y tal vez el principal, impedir con su presencia en todo el territorio de la isla de Cuba que otros países ocuparan las zonas deshabitadas. También tuvieron en cuenta la facilidad de mantener las comunicaciones con La Española por su cercanía, existencia de oro y la presencia de población aborigen que podía ser empleada tanto en la agricultura como en las minas.

De los ocho primeros sitios fundacionales seis estuvieron localizados en la costa o cerca de ella. Solo Bayamo y Sancti Spiritus se ubicaron «tierra adentro» y en 1528 lo sería Santa María de Puerto Príncipe cuando se trasladó desde un sitio costero hacia el centro del territorio, por ello es muy probable que utilizaran los mismos senderos que los aborígenes para llegar a la costa.

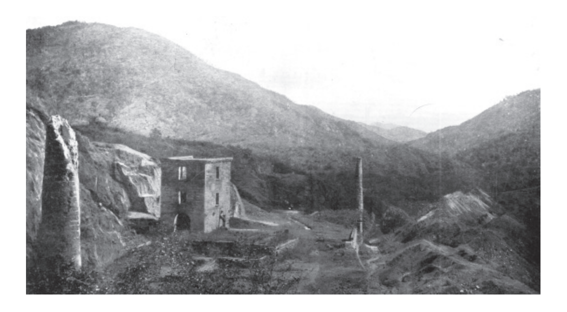


Figura 2
Ruinas de las minas de cobre en Santiago de Cuba, imagen de 1897 (Archivo Provincial de Santiago de Cuba)

En las primeras villas fundadas durante el siglo XVI, en los inicios del período colonial, se crearon, a partir de sus sitios fundacionales, las primeras estructuras físicas: el trazado urbano, la incipiente plaza con las primitivas edificaciones representativas el poder colonial, la autoridad local y la iglesia, y las precarias casas de los primeros vecinos. Muchas veces se escogieron para fundar estas poblaciones la cercanía a los asentamientos aborígenes que estaban situados cerca de los ríos para abastecerse de agua y obtener otras ventajas que ofrecía el medio

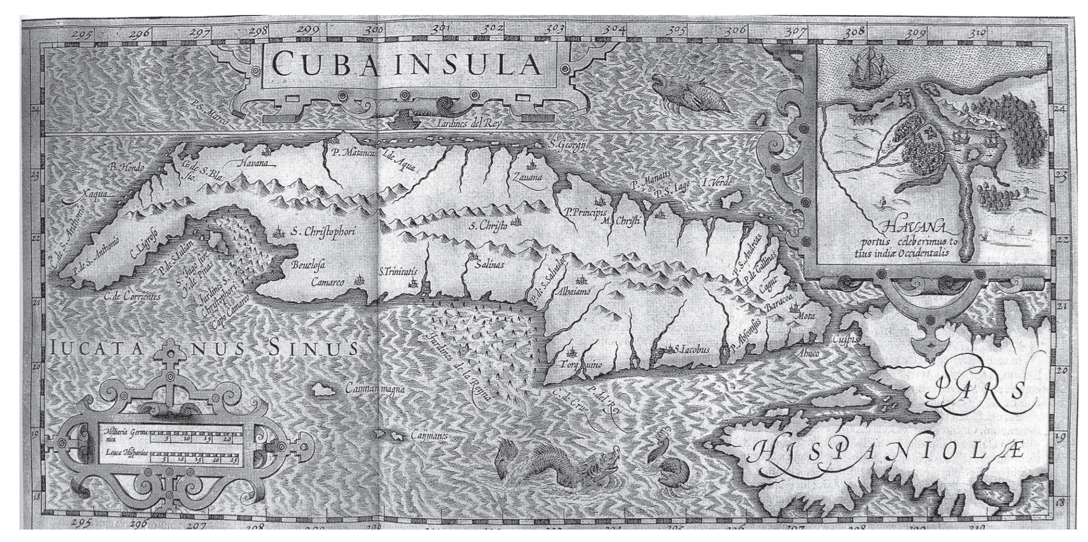


Figura 3
Cuba Insula, mapa de Gerardo Mercator de 1639 donde aparecen las primeras villas fundadas por España (tomado de *History of America*, de Justin Winsor).

natural. Los sitios arqueológicos de transculturación indo-hispánica existentes en ciudades como Sancti Spiritus y Holguín así lo atestiguan.

Aquellos sitios fundacionales no pasaban de ser pequeños caseríos y en sus construcciones se utilizaron los mismos materiales y técnicas constructivas de los aborígenes. Sobre ello el ilustre antropólogo cubano Fernando Ortiz (1984) planteaba «que los conquistadores para sus construcción acudieron a los sapientes técnicos de la arquitectura peculiar de estas islas y durante siglos aquí se fabricaron bohíos para barracones, almacenes y viviendas, según las reglas que se recibieron de aquellos aborígenes».

En el siglo XVII las construcciones evolucionaron hacia el denominado estilo arquitectónico colonial en las que han sido predominantes la arquitectura doméstica y la religiosa; caracterizado por su adaptación al clima y el uso de materiales locales como la palma real, el barro y la piedra caliza. Esta arquitectura se ha conservado hasta nuestros días, y aportado un valioso patrimonio cultural y creado un paisaje histórico urbano y territorial con una imagen de grandes atractivos.

El proceso de fundación de poblaciones se ve frenado a partir de la segunda década del siglo XVI período en que la isla sufrió una considerable pérdida de su población de españoles durante la conquista y establecimiento de los grandes virreinatos de México y Perú. El informe de su visita pastoral realizada en 1543 por el obispo fray Diego Sarmiento y Castilla recogió la población de españoles residentes en seis de las villas con los siguientes resultados: en Bayamo treinta, Puerto Príncipe catorce, en Trinidad ninguno, en La Savana, como llamaban entonces a Remedios, diez, dieciocho en Sancti Spiritus y en La Habana cuarenta, totalizando 112 (Torres Cuevas y Leyva, 2005, 112).

La situación de despoblamiento comienza a modificarse al designarse al puerto de La Habana como sede del sistema de flotas para reunir en él los barcos que provenientes de México, Perú y Cartagena de Indias regresaban cargados de riquezas. Por ello adquiere preponderancia desde mediados del siglo desarrollándose en La Habana una economía de servicios donde se debía dar alojamiento y comida a decenas de miles de personas que debían esperar varios meses para partir hacia España y los que debían viajar hacia los puertos del nuevo Mundo. Tal cantidad de navíos debían abastecerse de agua y alimentos para una travesía larga lo que requirió la construcción de caminos en diferentes direcciones, para la búsqueda de agua en el río Almendares, y comunicarse con siembras los hatos y corrales que tuvieron que fomentarse para satisfacer la demanda de alimentos y otros productos como el cuero, que demandaba la población flotante de tripulantes y viajeros.

Sobre la estancia en el puerto de la Habana de las naves provenientes de Cartagena de Indias, Honduras, Veracruz y Santo Domingo, refiere el historiador Ramiro Guerra.

Los habaneros mantenían con las flotas otra forma particular de comercio. Vendíanles frutas, carne, pes-



Figura 4
Caserío de Boca de Camarioca en la provincia de Matanzas (Archivo del Ministerio de la Construcción de Cuba)



Figura 5
Rutas del sistema de flotas entre el Nuevo Mundo y España (Tomado de *La Habana, ciudad colonial* de José Manuel Fernández Núñez).

cado, legumbres y otros efectos y proporcionaban a los pasajeros alojamiento en tierra, mientras los barcos permanecían en el puerto semanas y meses. El arribo de la flota convertía La Habana en un enorme hospedaje y en una inmensa casa de juego, negocios ambos que rendían no poco provecho (Guerra, 1962, 95).

En la segunda mitad del siglo fue necesario reforzar la fortificación de La Habana, para protegerla de los ataques de corsarios y piratas, así se comienza a construir desde 1558 el Castillo de la Real Fuerza y a fin de siglo los castillos de Los Tres Reyes del Morro y de San Salvador de la Punta y posteriormente se construyeron la muralla y otras obras militares que completaron el sistema defensivo de la ciudad. Aquellas obras trajeron ingenieros, constructores, alarifes, canteros, carpinteros, alfareros y de otros oficios que tenían mayores demandas en sus condiciones de vida y necesidades materiales y espirituales.

El incremento de la población en La Habana requería de fuentes de abasto de alimentos, lo que propició que se comenzaran a mercedar tierras en hatos y corrales. Los primeros tenían una legua de radio (4,2 kilómetros) y se dedicaban a ganado mayor. Sus poseedores construían su vivienda en su centro y alrededor algunos míseros bohíos para esclavos. En los hatos debían levantarse construcciones llamadas «casa del pasajero», provistas de agua y leña para proporcionar hospedaje gratuito a los viajeros. Los hatos se dedicaban a cultivos y por sus dimensiones necesitaban personal fijo para atenderlos, en muchos casos originaron caseríos que en muchos casos se convertirían en poblados mayores. Los corrales eran más pequeños tenían solo media legua (2,1 kilómetros) de radioy se dedicaban a la cría de puercos y ganado menor (Guerra 1962, 93).

El traslado de los frutos, la carne y otros suministros desde los hatos y corrales a La Habana, propició que se abrieran rutas en las que se tuvo en cuenta la creación de sitios para el descanso, abasto de agua y comida de personas y animales. La regularización de las mejores rutas y sitios de parada, hizo que se establecieran locales que ofrecían comidas y bebidas y hospedaje a los viajeros y la venta de mercaderías, conformándose de manera progresiva el caserío. Este fue el proceso de creación de innumerables poblados en el país a lo largo del Camino Real y del resto de la red de caminos.

Otros asentamientos tuvieron su origen en la costa donde se construían los embarcaderos que pertenecían a los propietarios de los hatos localizados cerca

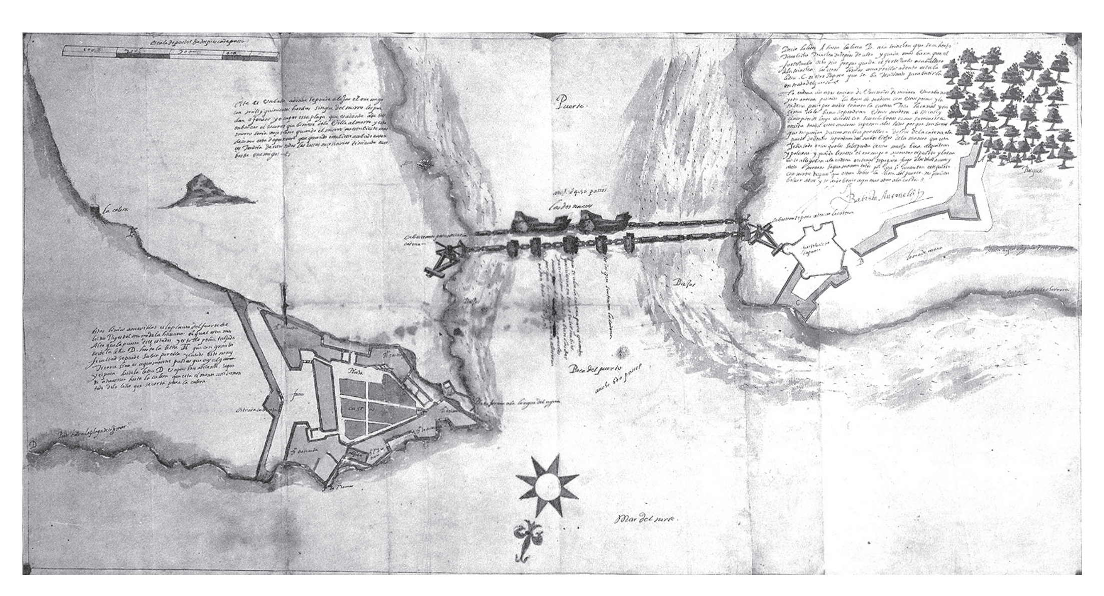


Figura 6
Plano de Juan Bautista Antonelli con el dibujo de la cadena que cerraba la entrada del puerto de La Habana, 1592. (Archivo de la Ciudad de la Oficina del Historiador de La Habana)

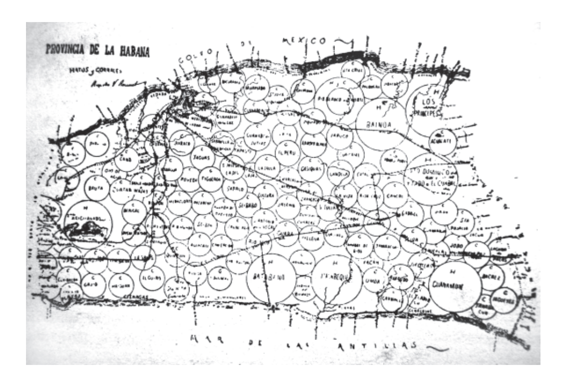


Figura 7
Mapa de los hatos y corrales de la región de la Habana en el siglo XIX (Archivo Nacional de Cuba)

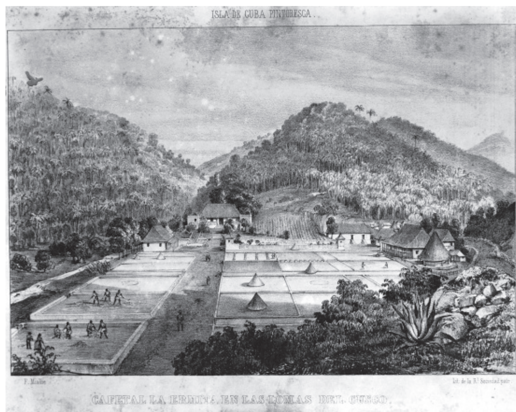


Figura 8
Grabado que reproduce los secaderos de café del cafetal La Ermita en el Cusco (tomado de *Isla de Cuba Pintoresca*, 1841)

de la costa y alejados de los puertos; entonces construían un pequeño muelle para embarcar sus productos. Los embarcaderos se establecieron en lugares propicios de la costa y los sentamientos que surgieron junto a ellos en algunos casos llegarían a constituirse en poblados. Durante el siglo XVII, a los lugares ya utilizados como puertos y embarcaderos se incorporan Surgidero de Batabanó al sur de La Habana, muy conveniente para la comunicación con Trinidad, Santiago de Cuba y La Guanaja en la costa al norte de Puerto Príncipe que les servía para comunicarse con La Habana y San Juan de los Remedios.

En algunos territorios se comienza a fomentar el cultivo del tabaco siguiendo el curso de los ríos, donde las márgenes arenosas favorecían ese cultivo, «pero este cultivo no era apropiado para la mano de obra esclava, lo que dio lugar a que desde la segunda mitad del siglo XVII se fueran dedicando a ello los isleños de las Canarias, labradores tenaces y laboriosos que ocupan tierras y se dispersan por todo el territorio del país» (Le Riverend, 1971, 72).

La existencia de maderas duras y preciosas, que eran apropiadas para construir embarcaciones, era abundante y se extraían de los bosques cercanos. Este factor influyó para que en la primera mitad del siglo XVIII se estableciera el Real Arsenal de La Habana, lugar donde se construyeron decenas de barcos de gran porte. Para estos fines se requirieron grandes cantidades de maderas lo que daría origen a lugares poblados.

A fines del siglo XVIII, la sublevación de los esclavos en la colonia francesa de Haití que produjo la emigración de los colonos franceses a Cuba una donde se dedicaron al cultivo de café. La revolución haitiana provocó escasez de productos en el mercado pues era el principal productor y exportador de azúcar y café del mundo, y la consecuente subida de los precios, hecho que repercutió en el desarrollo de Cuba en el siglo XIX, con predominio de las regiones occidental y central. Moreno Fraginals en su obra *El Ingenio* describe el proceso de desarrollo:

> Coetáneamente a la expansión por occidente tiene lugar la violenta irrupción de las tierras güineras […] En 1780 aparecen 2 ingenios en Güines. 4 en 1784, 9 en 1792. 26 en 1804. 47 en 1827, 66 en 1846 y 89 en 1857[…]. Partiendo de este centro irradiador, los ingenios invaden la sabana bermeja por el oeste hasta Artemisa y hacia el este hasta Colón. Es un avance fundador de pueblos […] que continúa la marcha arrasando los bosques, funda Nueva Bermeja, la actual Colón, en 1836 y de ahí se irradia hacia el norte y el sur (Moreno,1977,1:140)

Ese acelerado desarrollo azucarero incrementó en gran medida la entrada de esclavos al país lo que atemorizó a las autoridades coloniales ante el ejemplo de Haití. Un censo realizado en 1817 arrojó que los blancos solo eran el 45,96% de la población, por lo que se decidió incrementar la colonización de españoles; los emigrantes, recibían una pensión temporal, tierras para el cultivo, y se les eximía de pago de diezmos durante quince años. Ello dio lugar a la

creación de no menos de treinta poblaciones, entre otras: Artemisa, Cárdenas, Nueva Bermeja (Colón), Cienfuegos, Caibarién, Gibara y Guantánamo.

Oscar Zanetti Lecuona y Alejandro García Álvarez en su obra *Caminos para el azúcar,* describen con claridad este proceso:

Los nuevos poblados ferroviarios no se alejaron mucho de este esquema. En los entronques donde debía efectuarse el trasbordo de pasajeros y carga fueron apareciendo pequeños conglomerados de viviendas cuyo eje eran la estación y el almacén ferroviario, a los cuales se añadían una taberna o pulpería para el servicio de los viajeros, las casas de los empleados ferroviarios y algunas otras instalaciones. Esa es la historia original de un buen número de poblaciones: Rincón, surgido en 1841; Unión de Reyes, cuyo origen fue una pequeña taberna beneficiada por la conexión de las líneas de Caminos de Hierro y el Ferrocarril de Matanzas; Cruces, en la conexión de las vías de los puertos de Sagua la Grande y Cienfuegos (Zanetti y García, 1987, 471).

Alrededor de los propios ingenios azucareros se fueron creando poblaciones que recibieron el nombre de bateyes nombre aborigen donde vivían los dueños, trabajadores y los esclavos en los llamados barracones. Jacobo de la Pezuela (1866) refiere:

El ingenio es la finca más importante de la isla y la mayor de cuantas se destinan al cultivo. Es más bien un pequeño pueblo con grandes limites jurisdiccionales, que una hacienda campestre, por la numerosa población, estensos edificios y costosos aparatos empleados en la elaboración del azúcar […] tienen generalmente una buena casa de vivienda, que a veces merece el nombre de palacio, con capilla u oratorio para celebrar la Misa, casas del mayoral y del maquinista, enfermería u hospital, cocina, casa de purga, casa de calderas y trapiche. Todos estos edificios, inmediatos entre si forman una anchurosa plaza que lleva el nombre de batey.

En las poblaciones que recibían el título de ciudad la cantidad y calidad de las construcciones, los materiales de construcción que empleaban así como su diversidad, denotan la importancia económica de un asentamiento. Un ejemplo de esto es la villa de Matanzas en 1860 tenía 4 326 viviendas y de ellas más del 50 porciento eran de mampostería, y además había hoteles, teatros, cuartel de bomberos y varios puentes de superior calidad, nos está demostrando la riqueza de aquella población. Otras ciudades tuvieron un mayor desarrollo por el embarque del azúcar, la concentración de ingenios y otros factores económicos, tales como Cárdenas, Sagua la Grande Cienfuegos, exponentes del neoclásico cubano que fueron fundadas en

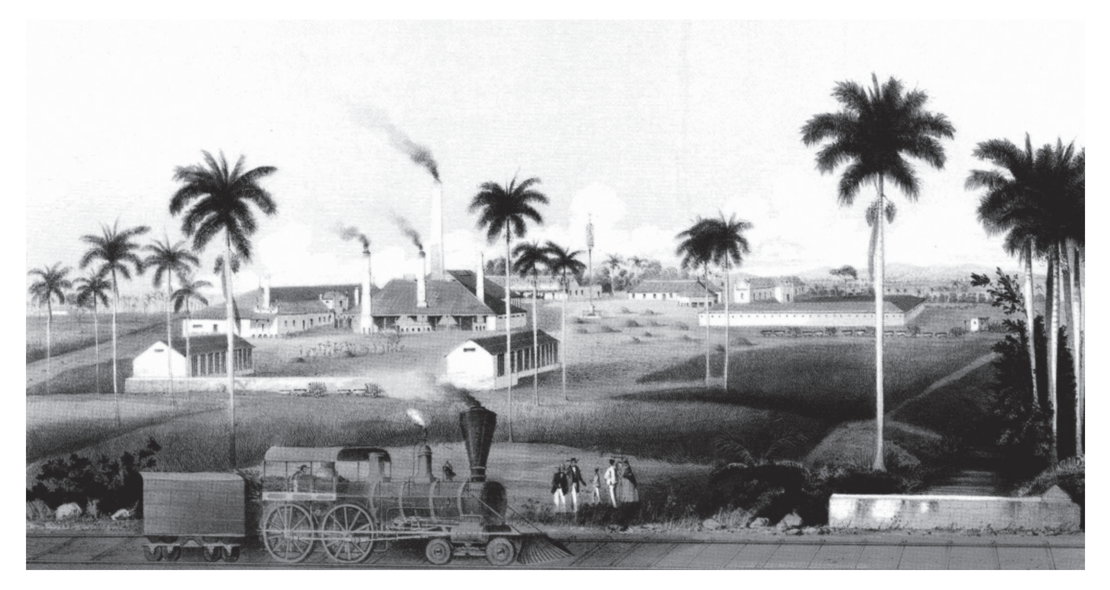


Figura 9
Grabado del siglo XIX que muestra una imagen ingenio azucarero Ácana (Archivo del Ministerio de la Construcción).



Figura 10
Plaza Central de Cienfuegos y su entorno arquitectónico neoclásico (Archivo Provincial de Cienfuegos).



Figura 11
Plaza Mayor de Trinidad en los fines del siglo XIX, daguerrotipo (Archivo Provincial de Sancti Spiritus).

el siglo XIX. Los asentamientos fundados por conveniencia de la administración colonial cuando tuvieron una base económica que los sustentara, tendieron a desaparecer.

Las ordenanzas jugaron también un importante papel en el surgimiento y desarrollo de las ciudades y los asentamientos poblacionales en Cuba las que estuvieron regidas por las Leyes de Indias dictadas en 1573 por el rey Felipe II y en su contenido abarcaban el descubrimiento, la nueva población y la pacificación de las Indias. Fue el primer cuerpo legal de Hispanoamérica y dictaminaba sobre el establecimiento de las nuevas poblaciones en las colonias españolas del Nuevo Mundo. En lo que al trazado urbano se refiere normaba la obligatoriedad de establecer una plaza como componente principal del núcleo fundacional y disponía la ubicación en su entorno de las edificaciones con funciones más significativas como la iglesia, el gobierno y otros edificios cívicos.

Cuando las Leyes de Indias fueron promulgadas ya habían sido fundadas un buen número de ciudades de Hispanoamérica y vinieron a confirmar la urbanización que se venía produciendo en ellas, regida por el trazado urbano reticular y la plaza como centro de este, como elementos que han acompañado los patrones urbanísticos de las ciudades latinoamericanas.

En 1574 se promulgaron las primeras «Ordenanzas Municipales para la Villa de La Habana y demás villas y lugares de la Isla de Cuba», redactadas por Alonso de Cáceres. Fueron aprobadas por el cabildo en 1574 y puestas en vigor oficialmente en 1640, si bien por acuerdos del cabildo se establecieron disposiciones como la prohibición de construir con guano y paja en las villas para prevenir los incendios (Cáceres, 1574). En 1861 se establecen ordenanzas propias para la ciudad de La Habana las que se editaron de forma oficial en 1866 y mantuvieron su vigencia hasta 1963 fecha en que fueron actualizadas.

El papel que tuvieron la actividad económica y las ordenanzas para la construcción fueron determinantes en el proceso histórico de urbanización del territorio y en la configuración del entorno físico de los asentamientos poblacionales del país. Las construcciones han sido su expresión material más perdurable, por ello constituyen un componente esencial del patrimonio de la nación cubana y de su memoria his-

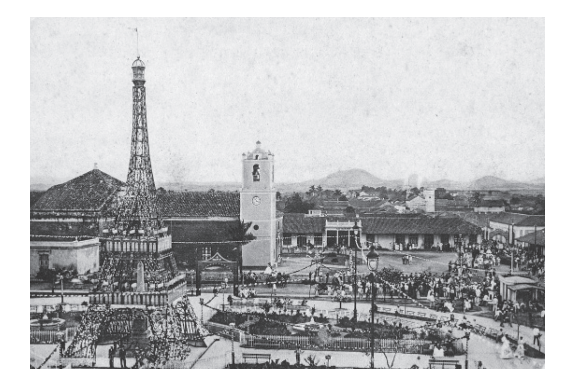


Figura 12
Plaza principal de Santa Clara en la inauguración del servicio eléctrico 1898 (Archivo Provincial de Villa Clara)

tórica. Ellas son parte de su historia y nos cuentan la historia, ofreciéndonos una conexión única, visible y palpable, con el pasado.

Lista de referencias

Cáceres, Alonso de. 1866. *Ordenanzas para La Villa de La Habana y demás villas y lugares de la Isla de Cuba.* La Habana: Capitanía General de Cuba.

Guerra, Ramiro. 1962. *Manual de Historia de Cuba, desde su descubrimiento hasta 1868*. La Habana: Ciencias Sociales, 95-251.

Le Riverend, Julio.1971. *Historia Económica de Cuba*. La Habana: Pueblo y Educación, 72.

Moreno Fraginals, Manuel.1978. *El Ingenio, complejo económico social cubano del azúcar*. La Habana: Ciencias Sociales, vol. 1: 140.

Ortiz, Fernando. 1984. *Los negros esclavos*. En Ensayos Etnográficos. La Habana: Ciencias Sociales, 138.

Torres Cuevas, Eduardo; Leiva Edilberto.2005. *Historia de la Iglesia Católica en Cuba*. La Habana: Ciencias Sociales, 112.

Pezuela, Jacobo de la. 1866. *Diccionario Geográfico, Estadístico e Histórico de la Isla de Cuba*. Madrid: Imprenta de Mellado, vol. 1: 35.

Zanetti, Oscar; Alejandro García Álvarez. 1987. *Caminos Para El Azúcar*. La Habana: Ciencias Sociales, 417.

Una página olvidada en la historia de la construcción brasileña: la introducción de la estructura metálica soldada

Marco Antônio Penido de Rezende

A pesar de ser uno de los aspectos más importantes de la historia de la construcción de Brasil en las últimas décadas, la introducción de la estructura metálica soldada en edificios de Brasil fue poco estudiada. Este trabajo pretende recuperar y sistematizar este importante y peculiar período de la historia brasileña de la construcción ocurrido en las últimas tres décadas de finales del siglo pasado.

La investigación se desarrolla a través de consultas con los archivos de las empresas y asociaciones comerciales, entrevistas con actores claves en el proceso y la literatura. La metodología utilizada ha considerado siempre la tecnología como parte de la cultura humana, pero teniendo en cuenta la autonomía de su proceso, y la necesidad de su comprensión para escribir su historia en general y de las construcciones en particular. (Dosi 1988; Nelson y Winter 1982; Rezende y Abiko 2004).

La evolución de las estructuras en las estructuras metálicas en Brasil

En Europa, y especialmente en los EE.UU., la historia del uso del hierro fundido y acero y la creación de los rascacielos se entrelazan (Condit 1988). En Brasil, el proceso se llevó a cabo de manera diferente. Para entender este proceso, es fundamental darse cuenta de la situación dentro de la cual se hizo la fabricación y comercialización de hierro y acero en el mundo y en Brasil.

Inglaterra, pionera de la revolución industrial, fue la primera nación en dedicarse a la producción a gran escala de hierro fundido, seguido a una velocidad menor o mayor, por la mayoría de los países europeos. Entonces se dio cuenta de la posibilidad de utilizar hierro fundido en los edificios y en la mitad del siglo XIX, las vigas y adornos de hierro fundido extendió no sólo en Europa sino también en los EE.UU.

La amplia difusión de hierro en Europa y los EE. UU. significaba en realidad un problema: este mercado ya estaba mostrando signos de saturación, y para aumentar sus ventas, las empresas necesitan encontrar nuevos mercados.

En ese mismo período, Brasil comenzó, aunque lentamente, su proceso de modernización. Ya se podía detectar un aumento de la circulación y de la mejora de las ciudades. La nueva burguesía aspiraba a los cambios culturales, siempre con un toque europeo. El país no tiene fábricas de acero, y tenía la costumbre de importar casi todos los productos industriales. Cuando comenzaron el proceso de innovación tecnológica en la construcción y la consiguiente sustitución de antiguas técnicas coloniales materiales industrializados («tejas francesas», cal, vidrio, etc.) nada más natural para hacer la importación de todos estos productos. Los brasileños querían comprar, el británico necesitaba vender: se crearon las bases para la existencia de la «arquitectura del hierro» en el país.

Sin embargo, en Brasil este uso se llevó a una escala mucho menor que en los EE.UU. y Europa. Va-

rias obras completas fueron importados, por ejemplo, teatros, estaciones de ferrocarril y de los mercados, así como el documenta Silva (1985) y Reis (1987). También se importaron varios altavoces y acabados como se especifica Costa (1994) por el tratamiento de la oferta de una de las principales empresas británicas. Sin embargo, este uso no es tan popular como en los países desarrollados. Y desde el punto de vista de las estructuras de innovación, la diferencia fue aún más pronunciada: con la excepción de las obras realizadas íntegramente en hierro fundido, este material prácticamente no fue utilizado como el principal elemento estructural de los edificios, como sucedió en los EE.UU. y Europa.

Aunque no es el factor principal, esta no utilización de hierro fundido contribuyó más ampliamente a la no utilización posterior de la estructura de metal. Esto se debe a que, por la historia de EE.UU, vemos que el paso de hierro fundido a acero tiene lugar de manera «casi natural», ya que, a pesar de cumplir los diferentes sistemas estructurales, tener, el punto de ejecución de vista, más similitudes que, por ejemplo, con hormigón armado (Eggen y Sandaker 1995).

El uso de hierro fundido continuó dentro de estos moldes para el comienzo de la primera guerra, cuando no sólo las importaciones disminuyeron drásticamente, sino también el ritmo de construcción.

Sin embargo, a principios de siglo había comenzado la importación de un producto clave en la historia futura de la construcción brasileña: cemento. Al parecer, los primeros edificios de hormigón armado en Brasil ocurrieron alrededor de 1903 (Vasconcelos, 1992). El primer edificio utilizando hormigón armado se formó en 1913 (Ed. Leonidas Moreira, de siete pisos, São Paulo). A partir de ahí creció el número de edificios más altos y el uso del hormigón armado en el país. Según Lemos (1989), en 1930 se estableció el «imperio del hormigón armado» en las residencias de São Paulo.

Si, como hemos visto, el cemento también tuvo que ser importado en los primeros años, la necesidad de importaciones de acero no podía, por sí misma, justificar el predominio de hormigón armado o, mejor dicho, la falta de estructuras de acero. El análisis del comercio mundial puede ayudar a aclarar esta cuestión: En primer lugar, es evidente que prácticamente todos los países desarrollados utilizan edificios de estructura metálica; en segundo lugar, se observa que, mientras que la presencia de edificios de hierro fundido ha sido notable en casi todos los países –incluyendo, posiblemente, en toda América Latina– hay prácticamente ninguna estructura de acero edificios en los países del tercer mundo. La conclusión parece obvia: probablemente porque incluso la exportación de otros tipos de producto o escasez en tiempos de guerra, no había interés por parte de los fabricantes en la exportación de acero para edificios, como sucedió con el hierro fundido.

Es cierto que, en la medida que pasaban los años, la trayectoria tecnológica que se ha consolidado, formando el país con conocimientos técnicos cada vez más sólida sólo en hormigón armado, tendía a obstaculizar la introducción de la estructura de acero.

Pero no hay que olvidar que edificios enteros de hierro fundido fueron importados y montado correctamente. Tanto Lemos (1989) y Reis (1987) comentan que los profesionales de este período de la historia estaban orgullosos de realizar a la perfección estas obras

En resumen, parece que hay una falta de interés (y la necesidad) de las empresas estadounidenses o europeas para exportar estructuras de acero en las primeras décadas del siglo XX. Los exportadores y fabricantes de cemento han aprovechado esta oportunidad para establecer su negocio. Los primeros edificios de varios pisos estaban hechos de hormigón armado. Poco a poco, el concreto comenzó a estar presente en todo tipo de edificios.

La presencia de las fábricas de cemento en el país y las nuevas políticas de restricción a las importaciones en las décadas siguientes ayudaría a consolidar la hegemonía de las estructuras de hormigón armado. Esta hegemonía, que tuvo lugar en diversos sectores, no se produjo en la construcción de fábricas y almacenes. En este tipo de construcción, Brasil ha consolidado una tradición en la construcción de metal que ya se había iniciado en las primeras décadas del siglo XX. En ese momento se estableció en São Paulo empresas pioneras como Fichet Schwartz-Hautmont en 1923, el Sabi Pierry en 1935 y la «Constructora Metálica Nacional» y la «União de Construtores Metálicos» en la década de 40. Antes de eso fue ya instalada en Paranaguá una fábrica de puentes y mantenimiento ferrocarril. Estas empresas dedicadas a la fabricación de marcos, puentes, edificios industriales, ferrocarriles y líneas de alta tensión para líneas de transmisión de electricidad tienen una importancia fundamental desde el punto de vista del

desarrollo de la estructura de la tecnología metálica. Sin embargo, no fue sino hasta mediados del siglo XX fueron los primeros edificios con estructura de acero. Y para que eso suceda, el papel del acero era fundamental.

El primero fabrica de acero moderna para establecerse en el país fue el Steel Co. en Sabara, Minas Gerais, que poco después (1922) se asoció con la empresa belga Arbed, llegando a ser conocido como Belgo-Mineira (Gomes 1983; Bohomoletz 1999).

Sin embargo, el impulso más eficaz para la construcción de edificios con estructura metálica solamente vendría con la fundación de la Cía. Siderúrgica Nacional–. CSN, en Volta Redonda (RJ), en el año 1946. El CSN no fue sólo la primera gran planta para ser instalado en el país, sino también la primera para producir perfiles metálicos. Así que la compañía estaba interesada en la estimulación de los edificios en el mercado de estructuras metálicas. Este interés le llevó a crear en 1953, la Fábrica de Estructuras de Acero –FEM y posteriores Cía. Brasileira de Proyectos Industriales–. Cobrapi, un desglose de sus oficinas de cálculos de estructuras de acero (1963).

La FEM fue responsable de los primeros edificios de estructura metálica del país, destacando el Brasilia Palace Hotel, Brasilia (1957); Edificio Garaje América (1957 - el FEM fue sólo responsable de la fabricación, dejando a la asamblea a cargo de la Unión de Constructores de Metal) y el Palacio del Comercio (1959), ambos en São Paulo; y el edificio de la Avenida Central, en Río de Janeiro (1961).

Además de participar en el cálculo de los edificios construidos pela FEM, la Cobrapi propuso una estructura metálica modular de los sistemas, a través del cual se construirían en varias ciudades del país, más de 134.000 m2 de escuelas, laboratorios y hogares. De varias obras de estructuras metálicas tales como fábricas, sistemas ferroviarios, hangares, etc. El Cobrapi ahora tiene gran importancia también en la capacitación de mano de obra calificada, ofreciendo, en colaboración con una institución de educación profesional gestionada por la asociación de industrias del país, el Servicio Nacional de la Industria - SENAI, varios cursos para el diseño y el detalle de las estructuras de acero.

Un hecho de ese período, desconocido para la mayoría de la gente, es la construcción de la estructura de metal de la mayoría de los edificios de la explanada de los ministerios en Brasilia. Son de estructura de acero e Edificio Anexo del Congreso Nacional y once ministerios. Estos edificios fueron hechos con estructuras importadas de los Estados Unidos y ejecutado por una empresa de construcción estadounidense (Reymond Pill).

Sin embargo, después de este impulso inicial, la estructura de metal en edificios no se ha generalizado. Durante los años 60 y 70 muy pocos edificios se han construido, Días (1993), en su libro sobre construcciones metálicas, cita sólo cuatro edificios a lo largo de este período. Este hecho, unido a la alta demanda que las otras industrias representaron a las siderúrgicas, llevaron a CSN para reducir o incluso detener la producción de muchos de sus perfiles a expensas de otros productos, por lo que la construcción de edificios en estructura de acero se hizo más difícil y costoso.

En los años 60 comenzamos la expansión de la industria siderúrgica brasileña, con la inauguración de las fábricas de acero de Minas Gerais –Usiminas y Companhia Siderúrgica de São Paulo– Cosipa en 1963.

Durante los años 70 la expansión del sector del acero se ha consolidado a través de expansiones en las fábricas existentes y el establecimiento de la Companhia Siderúrgica de Tubarão –CST y del Acero Minas Gerais– Açominas. CST fue formado en 1976 y comenzó sus operaciones en 1983. Açominas, creada específicamente para la producción de perfiles para la construcción, significó un hito para la construcción de acero y tendrá su historia analizó adicionalmente. También en este período se creó la «Cía. de Ferro e Aço de Vitória» - COFAVI, que comenzó a fabricar ángulo más apropiados para la construcción de metal (almacenes).

Sin embargo, es importante señalar que, a pesar de todo este aumento de producción, el foco de las plantas se sigue suministrando la industria del automóvil y su relacionada con la producción de acero plano. Con el consumo garantizado de su producción, no hubo una preocupación entre las empresas en el desarrollo de nuevos mercados.

En el paso de la 70 a 80 esta situación comenzó a cambiar. El Brasil pasó de importador a exportador de acero, y por primera vez, su producción de acero supera el consumo nacional. Este hecho condujo a un cambio en la postura de la industria del acero –hasta ahora centralizada por Siderbrás, el holding de todo el acero del estado– a buscar nuevos mercados para el acero.

En esa época (1979-1980), el Siderbrás creó un núcleo para estudiar las posibilidades de utilización de acero en la construcción. Los miembros del grupo realizan viajes al extranjero, estudiaron el mercado brasileño y llegaron a la conclusión de que, a pesar de la posibilidad real para el desarrollo del sector en el país, sería necesario implementar nuevas industrias (o permitir la producción de Açominas pues aunque su construcción ya había comenzado, la empresa no estaba produciendo acero en ese momento). El grupo se disolvió, pero este impulso inicial fue absorbido por las siderúrgicas, que han creado centros para la comercialización y desarrollo de la utilización de estructuras metálicas. Estos centros fueron creados en CSN, Cosipa, Usiminas y Açominas.

Por lo tanto, a partir de los años 80, los fabricantes de acero comenzaron a fomentar el uso de estructuras metálicas, proporcionando inventarios, haciendo la comercialización y la prestación de asesoramiento técnico. Desde 1988 estas acciones de marketing y difusión fueron coordinadas por un solo núcleo, centrada en Siderbrás.

Este cambio de interés jugó un papel clave en la difusión de la estructura metálica en el país en general y en particular, en Minas Gerais, como se verá a continuación.

La introducción de la estructura de acero soldado: contexto

El uso de la estructura de acero soldado en el estado de Minas Gerais está asociado –como sucede en todo lo país– la construcción de puentes, torres de electrificación, y sobre todo, galpones y fábricas. A pesar de que muchas empresas que trabajan con la aplicación de estos productos no han logrado construir cualquier edificio en estructura metálica, es alrededor de ellos que formó la tecnología para estas construcciones. Y lo más importante: todas las empresas que han construido edificios en los años 1980 y 1990 tuvieron su principal actividad inicialmente en galpones de construcción o similar.

El desarrollo tecnológico de estas empresas compone de manera muy peculiar. Las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura aún no proporcionan la formación necesaria para llevar a cabo este tipo de estructura. Por lo tanto, los primeros responsables técnicos de estas empresas eran, en cierto sentido, autodidacta, se enteraron de la lectura de los libros importados, con un poco de intercambio de información entre ellos y con la experiencia. El trabajo de mano de obra operativa incipiente se realizó en la empresa o empresas «similar» como las fábricas de vagones u otros tipos de productos de metal que utilizan soldadura.

La empresa pionera y el comienzo del proceso

Era una de esas empresas constructoras la pionera en la introducción de la estructura de metal soldada en edificios de varios pisos en el estado y, al parecer, en el país.

Fundada en 1957, la compañía se ha dedicado a la construcción de almacenes en estructura metálica. Desde el principio de los años 60, que significó la construcción de edificios de estructura de acero soldado, y, por lo tanto, hizo presupuestos y demostró la viabilidad de las obras. Sin embargo, sólo en 1969 se ha logrado una obra de este tipo: el edificio para el Cuerpo de la Guardia del Palacio de la Libertad, sede del Gobierno del Estado. Era una pequeña obra de sólo dos plantas, y la compañía aún tendría que esperar otros seis años para la construcción de su primer edificio en estructura metálica soldada comenzaría en 1975.

¿Que motivó al emprendedor de la construcción para aceptar la propuesta? ¿Qué situaciones habían cambiado?

Entrevistas con el propietario del edificio revelaron el perfil de un emprendedor típico, en el sentido original del término. Propietario de una empresa constructora responsable de varias obras, ya profesionales respetados en el mercado, trató de adquirir esta obra, de forma pionera, el «know-how» para los edificios de estructura metálica. El empresario creía que, con la creación de Aceros Minas Gerais - AÇOMINAS (acero estatal que tiene por objeto producir perfiles para la construcción), el Gobierno tenía la intención de fomentar la construcción de acero en los próximos años. Por lo tanto, quien salió en la frente obviamente haría ventajas. Ese fue el factor fundamental en su decisión de ejecutar el edificio en estructura metálica. Es evidente que el coste también compensada, pero, en principio, este no era el factor predominante.

Como propio ingeniero de la compañía reveló, lleve a cabo el primer trabajo fue fundamental en la

aparición de otros. Y si bien este primer empresario no ha ejecutado a muchos otros trabajos en estructuras metálicas debido a que el proceso de instalación AÇOMINAS sí sufrió una desaceleración, esta obra facilita en gran medida la aplicación de varios otros.

También de acuerdo con el testimonio del ingeniero, además del trabajo ya realizado, demostrar un menor costo a través del presupuesto anterior y la velocidad de ejecución fueron factores clave para el logro de las primeras obras. Y en un período (1978-1989), donde fue prácticamente el único constructor de edificios de estructuras metálicas en el estado, la empresa realizó varios edificios, incluyendo el tener la oportunidad de realizar varias obras en otros estados.

Como es habitual en la historia de la construcción de entender la historia de este período conduce a una complejidad de factores y causas. Sin embargo algunos de ellos se destacan, unos más vinculados a período de desarrollo social y económico, otro relacionado la historia de la compañía. Desde el punto del contexto socioeconómico deben ser analizados para entender este proceso: la instalación de la AÇOMINAS y el interés de las siderúrgicas para la construcción metálica de acero a partir de los 80 años. Ya punto de vista de la empresa, cuatro factores son significativos: el la comercialización, la motivación del equipo, el desarrollo de la tecnología de la construcción y la búsqueda e identificación de mano de obra.

La motivación del equipo y la búsqueda de mercado

Inicialmente es necesario comprender el papel que la propia empresa de construcciones metálicas ejercida en el mercado. Es aquí donde encontramos el impulso inicial para la innovación. No había ningún factor «externo» a la Compañía que «invitó» a la innovación (sólo en años 80 los fabricantes de acero comienzan a interesarse en este mercado). Más bien, su propietario trabajó incansablemente en la búsqueda de la realización de edificios de estructura metálica, desde los años 60, sin obtener resultados. Por lo tanto, uno de los aspectos importantes de este proceso fue fundamental el interés, la motivación y la persistencia del dueño del negocio, actitudes que infectan los empleados que estaban más cerca de él. Claramente sólo la motivación no sería suficiente para iniciar el proceso de innovación, lo que sólo ocurrió cuando había condiciones objetivas en el mercado. Pero en ese momento había una empresa preparada y en busca de esa oportunidad.

Además de buscar a difundir la idea de la construcción de una estructura metálica, la comercialización de la Compañía constituyó a contratar vendedores, contactando propietarios de trabajos futuros todavía en fase idealización, trató de mostrarles las ventajas de la estructura metálica. Este proceso fue más sistemático en la ciudad de Belo Horizonte, donde, a través de la aprobación de los proyectos, si podía averiguar qué se construirían edificios y, de eso, establecer los contactos necesarios para una posible negociación.

Desarrollo tecnológico

El primer punto a tener en cuenta en relación con el desarrollo tecnológico es su propia existencia en la construcción. Es –no en las siderúrgicas o universidades– que ha desarrollado el aprendizaje para la construcción de acero. Pero más allá de eso, otros dos aspectos merecen más destacados.

El primero fue el desarrollo de una técnica de construcción adaptable a las técnicas constructivas habituales. La Compañía ha desarrollado un método constructivo que permitió la rápida implementación de la estructura, con mampostería de ladrillos convencionales de sellado y sin el uso de grúas u otros equipos especiales.

El método consistía en montar primero las vigas y columnas de tres plantas siguientes. A partir de entonces, la tercera losa se concretó, dando suficiente estabilidad a la asamblea para que la estructura de más tres pisos fuera creada. Mientras esto ocurría, también se concretan las losas de la segunda y la primera planta. Finalmente fue posible iniciar, en estos pisos, la albañilería.

Además de lo menor coste, la elección de ladrillo renunció a su facilidad de adaptación a las ligeras variaciones en el espesor final de la losa. De acuerdo con el dueño de la empresa, que cubre los pilares con estuco y pequeños esperas pantalla espaciados sobre los pilares fueron suficientes para evitar cualquier problema en el encuentro entre la mampostería y la estructura metálica.

De hecho, el constructor es un defensor vehemente de la introducción de sistemas complementarios a la

estructura metálica se hace poco a poco y sólo cuando hubo una ganancia real en la calidad y / o costos. Él creía que los sistemas complementarios no eran fundamentales para la introducción de la estructura metálica.

De acuerdo con el ingeniero responsable de esta empresa pionera, se hace la construcción como se mencionó anteriormente, albañilería no retrasa el desarrollo de la obra y también permite una reducción de su costo. En cuanto a la calidad de las obras, que pueden ser probadas a través de sus propias obras ya ejecutadas, todavía hay otro aspecto a favor de este método de construcción: incluso en los EE.UU. y Europa, fue sólo después de la guerra, de los años 50, lo que dio sustitución efectiva por otros materiales de obra (Eggen y Sandaker, 1995).

El segundo aspecto relacionado con la tecnología es el desarrollo de la estructura de metal soldada. Tal innovación ya sería de por sí muy importante, pero gana especial atención cuando uno se da cuenta de que esta estructura está realizada en hojas –y no, perfiles, como había ocurrido, al parecer, en la mayor parte del resto del mundo hasta entonces. Este fue un aspecto notable y muy específico en la evolución de la estructura metálica de Brasil: mientras que los perfiles metálicos fueron utilizados desde finales del siglo XIX en los Estados Unidos y poco después en Europa, el mismo no ocurrió en Brasil.

Es cierto que los primeros edificios construidos en los años 50, todavía no soldada, utilizan perfiles, ya sea CSN o importado directamente de EE.UU. (en el caso de Brasilia). Sin embargo, en el 70 CSN disminuido sus perfiles de producción (que tenían pestañas inclinadas y no recta, lo que afectó la ejecución de edificios), e incluso detener la producción de varios de ellos. La solución consistió en la fabricación de los perfiles de las placas proporcionadas por las fábricas de acero. Esto requirió la compañía fue pionera en un conocimiento tecnológico aún más sofisticada, que se generó a partir del estudio de los libros importados y la experiencia con la construcción de cobertizos en estructura metálica y los edificios convencionales.

El uso de la soldadura y la producción de perfiles exigieron la importación de equipos y la capacitación de mano de obra calificada –tanto operativa y de gestión– muy específico.

Nuevos ingenieros contratados por la empresa habían hecho su formación dentro de la empresa, tanto como aprendices, como ya se cómo ingenieros. Es importante recordar que hasta los años 80, los cursos de ingeniería no ofrecen formación suficiente para la construcción de la estructura metálica. Así que fue la propia empresa que el aprendizaje tenía que ser eficaz. Con el crecimiento de la compañía, también era posible facilitar los viajes de algunos de sus empleados en el extranjero para mejorar.

Desde la formación de la mano de obra de operación se produjo en dos maneras. Muchos empleados procedían de empresas en las que se requiere el trabajo del soldador, por ejemplo, las compañías de automóviles. En este caso, todos los esfuerzos se hicieron sólo con el fin de trabajar los detalles de la estructura metálica en relación con otros tipos de productos. Desde otros empleados se formaron en la casa, donde se promovió cursos impartidos por los fabricantes de electrodos y equipos de soldadura. Se estaba formando así un cuerpo a trabajo capaz de producir un nuevo tipo de producto: estructuras de acero para edificios, hecha no desde perfiles, sino de placas soldadas.

La instalación de AÇOMINAS y nuevos intereses de las siderúrgicas

El AÇOMINAS - Minas Gerais Acero tuvo su proyecto aprobado en 1975 para las secciones medianas, perfiles pesados y palanquillas. Diseñado inicialmente por un tiempo record de construcción (únicos tres años), el trabajo comenzó en 1977.

El trabajo se prolongó hasta 1986, cuando se hizo una apertura parcial de la planta, sin la implementación de rodar medio y perfiles pesados fueron completados. Es decir, el acero se ha transformado en un importante fabricante de piezas brutas (1,5 millones de toneladas / año). El tocho es un producto de bajo precio en el mercado, lo que dificultó la viabilidad operativa de la empresa. Sólo en el año 2002 sus perfiles de producción se materializaron.

La literatura disponible sobre el tema (Greco y Sidney 2002) y entrevistas con algunos de los principales actores involucrados en el proceso, explican tres factores de este retraso: problemas en el diseño del proyecto (tipo de tecnología de producción y productos inadecuados), problemas en la administración de la empresa y misma situación económica vigente en ese momento en el país (la falta de disponibilidad de capital).

Sin embargo, la curiosidad en la historia AÇOMINAS es el importante papel que desempeñó en el desarrollo del sector, incluso antes de que se produzcan los perfiles. Desde su creación, su rendimiento fue significativo desde el punto de vista de la descripción de la estructura metálica como la agregación y la posibilidad de mejora técnica vinculada a esa área. Además de crear un departamento para divulgar el uso de estructuras metálicas, la compañía ha producido publicaciones, conferencias para los productores y las universidades e invitó a los pioneros de la construcción para exponer sus obras. Como ya se mencionó, su existencia fue fundamental, incluso, haciendo posible el primer edificio construido en estructura metálica en el país.

Además de la implementación de AÇOMINAS, el creciente interés de los demás aceros para proporcionar estructuras de acero para edificios fue también un factor importante en esta etapa de la historia de los edificios brasileños. Este interés llevó a la creación de grupos de apoyo de utilizar los edificios de estructura metálica en CSN, Cosipa y Usiminas, es decir las grandes fábricas de acero doméstica en el momento.

Por la proximidad física, y sobre todo por la forma en que estructuran el grupo creado en USIMINAS para apoyar el desarrollo del acero en la construcción juega un papel importante para las empresas mineras contratistas. De acuerdo con el testimonio de su ex coordinador, la ventaja del grupo minero era centralizar la coordinación de marketing y desarrollo de productos, lo que permite una mejor gestión de estas actividades. La idea de este núcleo fue buscar la sinergia con el mercado, proporcionando la forma más equitativa posible tanto a las poblaciones de conocimientos y productos disponibles.

El rendimiento del equipo cedió en tres frentes: la creación de una reserva de inventario para los constructores, la comercialización entre los empresarios y el apoyo técnico.

La creación de un stock permanente en los molinos, trajo varias ventajas para las empresas de construcción. El primero era el precio: el acero se vende directamente por el acero tenía un precio más bajo, y las empresas podrían comprar sin intermediación, ya que han tenido acceso a esa población. Antes de esta nueva política no pudieron hacerlo debido a su escala de compra es muy pequeña. En segundo lugar, la existencia de una acción en la planta elimina la necesidad de mantenimiento de existencias en la construcción (reducción de costes) propia y, al mismo tiempo, viabilizaba la ejecución de obras de manera más eficiente y con tranquilidad. Anteriormente, la falta de un tipo particular de acero podría retrasar un trabajo en varios meses.

El apoyo técnico fue proporcionado por aclarar las dudas de los constructores, el desarrollo de pre-presupuestos y estudios de factibilidad para nuevos proyectos.

La comercialización se realiza en la financiación de las publicaciones, en conferencias con el sector productivo en conferencias e incentivo para el aumento de la carga de trabajo en los cursos de pregrado en ingeniería civil y la arquitectura y la creación de cursos de postgrado en el área de estructuras metálicas.

Además también se pusieron en marcha las placas de acero más centradas en la construcción y resistentes a la corrosión atmosférica.

Desde 1988, la acción de todos estos grupos se hizo coordinada por Siderbrás, y permitió fortalecer y potenciar su rendimiento. Con la privatización de acero, esta acción centrarse de nuevo en cada uno de las fábricas. Desde 1997, Usiminas y Cosipa comenzaron a desarrollar una serie de trabajos en conjunto que habría de culminar con la creación en 1999 del «Grupo Siderúrgico de Construções em Aço» - GSCM, hecha por el CSN, CST, Usiminas y Cosipa y más tarde por AÇOMINAS.

En 2002, una evaluación de la labor realizada por GSCM y la experiencia en la difusión de la estructura metálica en Inglaterra, EE.UU. y Japón llevó a la creación del «Centro Brasileiro das Construções em Aço» CBCA, que tendría el Instituto Brasileño de Siderurgia con su gerente. El CBCA pretende «abordar las deficiencias nacionales en el sector, especialmente la falta de difusión de los conocimientos técnicos y empresariales para la construcción de acero».

En conclusión, desde el punto de vista de las siderúrgicas se produjo un cambio de actitud por parte de los años 80, que pasó de la indiferencia a un creciente interés en la venta de acero para su uso en estructuras de acero en los edificios.

Conclusiones

La historia de la estructura metálica soldada en Brasil mostró varias particularidades en su desarrollo. En primer lugar, puso de manifiesto una actuación

fundamental de la Empresa Pionera. Contrariamente a lo que sucede con muchas innovaciones en la industria, fue en esta empresa donde desarrolló el impulso inicial para esta transformación. Fue una especificidad de este proceso, la dedicación y el interés del propietario de esta empresa que se formó como un autodidacta en la zona, y más tarde indujo la formación de varios ingenieros en su empresa. También con respecto a la formación de mano de obra calificada, la coincidencia de disminución de la actividad en una fábrica de vagones, fue muy importante, así como la formación misma del trabajo en la empresa.

Otra característica fue el uso de placas de acero para componer perfiles en lugar de perfiles desarrollados específicamente para edificios. Este aspecto requiere mayor preparación de las empresas de construcción de metal en general, y en especial de los pioneros.

Por otro lado, al mismo tiempo, como es habitual en la historia de la industria de la construcción, la importancia del desempeño de los proveedores se confirmó porque era cuando las industrias del acero decidieron invertir en el sector de los edificios, y la propia Empresa Pionera logró avanzar en el desarrollo.

Al final de esta investigación, están seguros de que hay datos para complementar en esta historia todavía. Sin embargo, también existe la tranquilidad de saber que era posible sistematizar los aspectos fundamentales de esta historia antes de que se perdieran, y este es el aporte fundamental de este trabajo.

Lista de referencias

Bohomoletz, M. L. 1999. *Breve histórico da indústria brasileira do aço*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia.

Condit, C.W. 1998. «The two centuries of technical evolution underlying the skyscraper». En: *Second century of the skyscraper.* New York: Van Nostrand Reinhold Company.

Costa, C. T. 1994. *O Sonho e a Técnica: arquitetura de ferro no Brasil*. São Paulo: edusp.

Dias, L.A.M. 1999. *Edificações em aço no Brasil*. São Paulo: Zigurate.

Dosi, G. 1988. «The nature of innovative process». En: *Technical change and economic theory.* London: Pinter Publishers. p.221-238.

Eggen, A.P.; Sandaker, B.N. 1995. *Steel, structure and architecture.* New York: Watson-Guptill.

Gomes, F. A. M. 1983. *História da siderurgia no Brasil.* Belo Horizonte: Itatiaia, 1983.

Greco, A. M. F.; Sidney, C. 2002. «Açominas: um exemplo polêmico de privatiazação». En: *X Seminário sobre Economia Mineira, Diamantina. Anais do X Seminário sobre Economia Mineira.* Belo Horizonte-MG: CEDEPLAR – UFMG. v. 1. p. 1-18.

Lemos, C.A.C. 1989. *Alvenaria burguesa: breve história da arquitetura residencial de tijolos em São Paulo a partir do ciclo econômico liderado pelo café*. 2 ed. São Paulo: Nobel.

Nelson, R.R.; Winter, S.G. 1982. *An evolutionary theory of economic change.* Cambridge: Harvard University Press.

Peters, T.F. 1988. «The relative value of invention and the history of tall buildings». En: *Second century of the skyscraper.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Reis, N.G. 1987. *Quadro da arquitetura no Brasil.* 6ª ed. São Paulo: Perspectiva.

Silva, G.G. 1985. *Arquitetura do ferro no Brasil*. 2ª ed. São Paulo: Nobel.

Simpósio sobre o uso do aço na construção. 1984. Anais. Ouro Preto: Imprensa Universitária, 1984. (Promoção: Consider / Mic.Grupo Sidebrás).

Rezende, M. A. P.; Abiko, A. K. 2004. «Inovação tecnológica nas edificações e a introdução da estrutura metálica em Minas Gerais». *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*. BT/PMI, v. 01, p. 1-22.

Vasconcelos, A C. 1992. *O concreto no Brasil: recordes, realizações, história.* 2ª ed. São Paulo: Pini, v.1.

Cuartel Tabatinguera. Estudio de las técnicas constructivas paulistas

Gustavo Rodrigues Secco
Valdirene do Carmo Ambiel
Marina Martin Barbosa

El Cuartel Tabatinguera[1] contiene cerca de 300 años de historia de la ocupación de la Várzea do Carmo, en el centro de la ciudad de San Pablo, Brasil. Ubicado a orillas del Río Tamanduateí, el edificio es un raro ejemplo de construcción que acompañó el crecimiento de la ciudad y registró el desarrollo de las técnicas de construcción utilizadas en San Pablo, conservando en sus alas, paredes de dos tipos de tapias (tapia clásica y bajareque[2]), adobe, albañilería de ladrillos, albañilería de bloques cerámicos, además de puertas y ventanas con características coloniales (Rodrigues 1975). El edificio fue catalogado como patrimonio histórico por el Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) en 1981. El estudio aquí presentado es parte de un proyecto de restauración desarrollado en 2014, que se encuentra en revisión por el CONDEPHAAT.

Historia

Los indicios apuntan que el lugar donde se ubica el Cuartel Tabatinguera estuvo ocupado desde el año de 1765. Las tierras eran propiedad del cirujano Domingos da Fonseca Leitão. A él también pertenecía el Puente Tabatinguera, también conocido como Ponte do Fonseca,[3] estructura que travesaba el río y daba acceso a la zona donde hoy se encuentra el Cuartel y a la Calle Tabatinguera, que lleva a la parte alta del centro de San Pablo. Por eso, el lugar quedó conocido como Chácara do Fonseca. El edificio primitivo, sede de esta «chácara» o finca, data de alrededor de 1842 y era una casa grande con sótano (Mezzalira y Flandoli 2011).

Fase religiosa

En el siglo XVI, con la expansión hacia los sertones (regiones del interior del Brasil), comenzó la necesidad de población. La Metrópoli Portuguesa tuvo que mantener el control social de los habitantes de la colonia. Así, muchas mujeres blancas, ricas, pobres e incluso prostitutas fueron enviadas a Brasil (Del Priore y Bassanezi 2007).

En 1603, la Corona Portuguesa se negó la fundación de un convento femenino en San Pablo. Para algunas mujeres esta fue una derrota, ya que ellas perdían así la única opción que tenían además del matrimonio: la vocación religiosa. En Brasil habían pocos conventos, como Nossa Senhora da Lapa na Bahia y da Ajuda en Río de Janeiro, ambos fundados en el siglo XVI.

Sin embargo, hubo quienes querían seguir la vida religiosa, y también los casos no muy bien aceptados por la sociedad, como mujeres que perdían su virginidad antes del matrimonio, las que quedaban embarazadas, las que tenían algún tipo de anomalía física, lo que dificultaba contraer matrimonio, entre otros. La solución encontrada en la colonia fue la fundación de casas de retiro que, aunque no tenían

el reconocimiento eclesiástico, eran lugares donde estas mujeres podían tener una vida religiosa sin que hubiera cualquier tipo de sospecha de sus costumbres. Las casas de retiro estaban abiertas para todas las mujeres, independientemente de su grupo social, raza y edad. Muchas huérfanas fueron enviadas a las casas de retiro, y algunas optaban por quedarse ahí por toda su vida (Del Priore y Bassanezi 2007).

Según los viajeros y científicos bávaros Spix y Martius (1981), que pasaron por la Provincia de San Pablo, entre 1817 y 1820, la ciudad tenía tres conventos: franciscanos, benedictinos y carmelitas, y dos claustros de monjas, que creemos que eran la Casa de Retiro de Santa Teresa y la Casa de Retiro de la Luz, que contaban con 53 reclusas.

En el período imperial poca cosa cambió, sobre todo durante el Segundo Reinado, cuando hubo un conflicto entre el Papa Pío IX, contrario a la Masonería, y el Emperador Don Pedro II, quien defendía la libertad de expresión. Sin embargo no había más impedimentos por parte del Imperio sobre la fundación de esas organizaciones, que eran, en algunos casos, responsables por la salud, con las Santas Casas de Misericordia, y también por la educación, con varios colegios.

Entre 1853 y 1859, la finca albergó el Convento das Irmãs Duarte, que creemos, con base en informaciones antes mencionadas, ser una casa de retiro. Estas religiosas habrían enfrentado problemas en su organización religiosa anterior, posiblemente la Casa de Retiro de Santa Teresa, conectada a la Orden Carmelita, que estaba ubicada en la actual Praça da Sé, próxima a la finca (Santos 2014).

En 1860, la propiedad albergó el Seminário dos Educandos de Sant'Anna, que existió hasta diciembre de ese mismo año, cuando pasó a albergar el Seminário das Educandas da Glória, durante cinco meses.

Hospital de enfermos mentales de los Alienados

Hasta las primeras décadas del siglo XIX, personas con enfermedades mentales eran mantenidas en cárceles públicas hasta la muerte. Cuando se inició la preocupación con los cuidados que deberían ser dados a estos pacientes, las primeras instituciones diseñadas por el gobierno fueron las Santas Casas de Misericordia, que alegaron falta de estructura para dicho tratamiento. En 1848, se produjo la Ley Imperial, que determinó la creación de centros de salud que cuidasen a estos pacientes (Amaral 1980). Surgieron los manicomios (hospitales de enfermos mentales) en Brasil.

En 1861, la Provincia de San Pablo adquirió la finca. El edificio pasaría a albergar a los enfermos mentales, aunque necesitaba ajustes para recibirlos. En 1871, hubo la construcción de dos cuerpos laterales de albañilería (figura 1) que formaban un gran patio abierto hacia el río Tamanduateí. No obstante las mejoras del edificio, este era considerado inapropiado para el servicio de salud, siendo descrito por el médico Franco da Rocha, director del hospital, como «una casa grande cerrada, de aspecto soturno» (CONDEPHAAT 1981). El edificio fue utilizado como manicomio hasta 1903, cuando se construyó el Hospital de enfermos mentales del Juquery, situado en el actual municipio de Franco da Rocha.



Figura 1
Fotografía de la fachada principal y lateral del edificio (sin fecha). Se observa el Río Tamanduateí, con la fachada lateral del edificio hacía él. Más tarde, el cauce del río fue rectificado trasladándose para la parte de atrás del Cuartel. (Instituto Moreira Salles)

Cuartel

En 1906, el edificio fue transformado en Quartel da Força Pública. Para cumplir con su nueva función, la edificación sufrió nuevos cambios, como la construcción de una nueva ala, volteada al Rio Tamanduateí, aislando de la ciudad el patio creado por el Hospital de enfermos mentales de los Alienados (figura 2). (Campos 1997; Mezzalira y Flandoli 2011).

En planos de San Pablo, dibujados entre la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, se documentan los cambios sufridos por el edificio hasta su configuración actual: una edificación de forma rectangular, con dos pisos y sótano habitable, con amplio patio y flanqueado por algunos pequeños edificios de apoyo (figuras 3, 4 y 5).

El 31 de marzo de 1964 se produjo el golpe militar, que daría origen a casi 20 años de dictadura militar en Brasil. En el mismo año, el edificio del Cuartel Tabatinguera fue ocupado por la 7ª Companhia de Guardas, unidad que tenía como misión la custodia de puntos considerados estratégicos para el Ejército, además del control de disturbios civiles y guardia de honor en eventos (figuras 6 y 7).

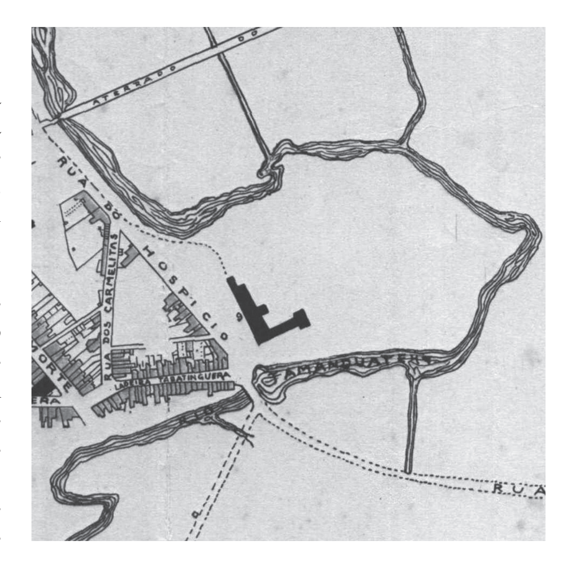


Figura 3
Plano de San Pablo en 1881 con el edificio que funcionaba como hospital de enfermos mentales. (Coleção de Mapas do Quarto Centenário – Prefeitura do Município de São Paulo)



Figura 2
Soldados en el patio del Cuartel Tabatinguera en 1918. (Arquivo Público do Estado de São Paulo)



Figura 4
Plano de San Pablo en 1897 con el edificio ahora ampliado. En este periodo, el lugar abrigaba todavía el hospital de enfermos mentales. (Coleção de Mapas do Quarto Centenário – Prefeitura do Município de São Paulo)

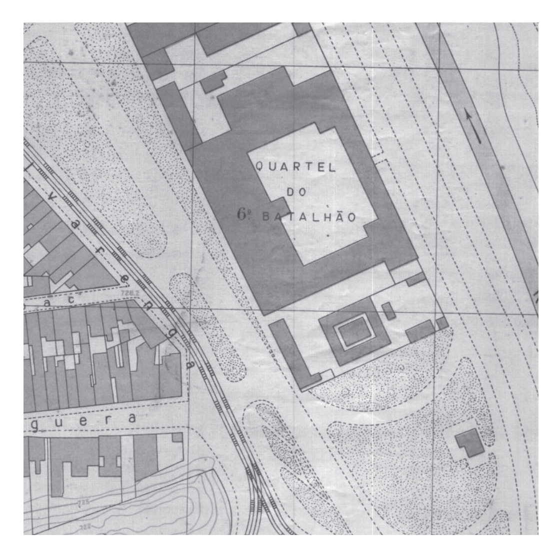


Figura 5
Plano de San Pablo en 1930 con el edificio y su nuevo uso de cuartel. Este plano registra la tipología aún actual del edificio. (Municipio de São Paulo)



Figura 6
Capilla situada en el piso superior del Cuartel. (CONDEPHAAT 1981)

En 1970, la 7ª Companhia de Guardas fue extinguida, siendo sustituida por el 2º Batalhão de Guardas, que ocupó el Cuartel hasta el año de 1992. El edificio pasó entonces a ser ocupado por el 3º Batalhão de Polícia de Choque da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Sin embargo, problemas de conservación, sobre todo el ataque de las termitas en algunas alas del edificio, pusieron en peligro la seguridad de la policía militar que servía allí, conllevando



Figura 7
Pasillo principal del piso superior del Cuartel. (CONDEPHAAT 1981)

el desalojo de las instalaciones del Cuartel hasta el 1997. En este periodo, algunas unidades de la Polícia Militar, como el Grupo de Ações Táticas Especiais



Figura 8
Fachada principal. (Fotografia de Gustavo Rodrigues Secco 2015)

(GATE) ocuparon el edificio. La edificación está desocupada desde entonces, en proceso de deterioro, sobretodo por la acción del tiempo y la poca conservación, presentando un verdadero aspecto de abandono (figura 8).

Técnicas de construcción

El proceso de diagnóstico para la conservación y restauro arquitectónico del Cuartel Tabatinguera fue iniciado con el estudio de las técnicas de construcción de este edificio, contando con el soporte de una investigación histórica documental. Este estudio tuvo como objetivo proporcionar la comprensión de las técnicas y materiales de construcción utilizados, elementos capaces de señalar los diferentes períodos de construcción, comprobando materialmente las expansiones sufridas por el edificio, también verificadas en varios planos de cartografía del municipio de San Pablo. Otro objetivo fue, por medio del reconocimiento y del entendimiento de las técnicas, identificar daños y patologías que debilitaron y pusieron en riesgo el uso del Cuartel, buscando soluciones para el tratamiento más adecuado de cada problema.

La identificación de las técnicas constructivas fue elegida como punto de partida de los trabajos, debido a la insuficiencia de informaciones acerca de la cronología constructiva del Cuartel. Apoyados en la investigación histórica, especialmente en su cartografía, fueron realizados análisis visuales *in loco* y medidas las dimensiones generales de los ambientes y los espesores de sus paredes, además de una lectura profundizada de las características de esas paredes, falsos techos, pavimentos y carpinterías, revelando diferentes texturas de argamasas, bandas de pintura a media altura y vestigios de papel de pared, así como cambios visibles en pavimentos, falsos techos y carpinterías.

Por lo tanto, las características espaciales y los vestigios de elementos decorativos encontrados a través de análisis visuales, tanto externamente como internamente, condujeron a la selección de los espacios que recibirían un estudio más detallado. Para la definición de los puntos de prospección arquitectónica, también se realizó el test de percusión con martillo de goma en la argamasa del revestimiento.

Como parte de los procedimientos de estudio de las técnicas constructivas, fueron realizadas prospecciones pictóricas y recogidas muestras de argamasa y madera, remitidas a pruebas de laboratorio para la determinación de su composición química y otras, además de la caracterización biológica/botánica, procedimientos importantes que guiaron las acciones de restauro, permitiendo el empleo de materiales compatibles, el apropiado tratamiento de patologías y, también, auxiliaron en la determinación de los períodos de construcción del edificio.

Al final de los estudios, se comprobó que el edificio actualmente existente fue construido en albañilería de piedra, adobe, paredes de tapia clásica y bajareque, albañilería de ladrillos y de bloques cerámicos, teniendo además tres ambientes que recibieron refuerzo estructural con vigas y pilares de acero y de hormigón.

Piedra

El estudio de las técnicas de construcción reveló el uso de piedras en las cimentaciones del edificio y como material de acabado en algunas de sus puertas.

Se realizaron seis prospecciones arquitectónicas para el estudio de las cimentaciones del edificio, revelando cimentaciones de piedra y de ladrillo, con un predominio de las primeras. Según nos presenta Pinheiro (ca. 1900):

> Llámase de *albañilería* al conjunto de materiales rocosos en fragmentos de magnitud apreciable, dispuestos convenientemente de modo a constituir macizos; se unen entre sí por medio de argamasa, formando la *albañilería ordinaria*, la *albañilería hidráulica*, la *albañilería de ladrillo*, etc., o solamente se traban entre sí, a partir de como se disponen por superposición; es el caso de la *albañilería en seco* o de *junta seca,* etc. Para la elaboración de la albañilería se utiliza piedra y ladrillo (Pinheiro ca. 1900, 08).

Dicho eso, el Cuartel posee cimentaciones de albañilería, con materiales que se alternan entre piedra y ladrillo, pero siempre con la presencia de argamasa.

En cinco prospecciones arquitectónicas de cimentación, se constató el uso de piedras en fragmentos de formas irregulares de magnitud variable, en bloques cortados burdamente, resultando en formas poco regulares, no formando hiladas horizontales, pero presentando faces aproximadamente planas y verticales asentadas en argamasa (figura 9).



Figura 9
Cimentación de piedras y argamasa. En este fragmento de cimentación están los arcos de albañilería de ladrillo sobre los cuales se apoyan las paredes del edificio. (Fotografia de Gustavo Rodrigues Secco 2014)

Según Pinheiro (ca. 1900), esas son características del llamado «aparejo poligonal pelásgico», uno de los aparejos utilizados por los romanos y también llamado *aparejo rústico*, muy utilizado en el pasado, en construcciones portuguesas rurales y también urbanas. De acuerdo con Corona y Lemos (1972), llámase «aparejo» a cada uno de los modos de disponer piedras o ladrillos en paredes con el fin de obtener un buen agarre. También de acuerdo con Pinheiro (ca. 1900), el término indica bloques trabajados con herramientas, resultando en cuerpos sólidos geométricos que pueden haber presentado desde formas más o menos regulares hasta todas las caras perfectamente aplanadas.

Las cimentaciones de piedra argamasada presentan bloques rocosos de dimensiones que varían entre 0.10m y 0.30m, donde las piedras de menor dimensión son encontradas entre los bloques más grandes. Este sistema se denomina albañilería ordinaria y se caracteriza por «piedras irregulares asentadas en argamasa, en un trabajo que requiere menos cuidado de ejecución» (Pinheiro ca. 1900, 63), y donde las piedras más pequeñas son empleadas para trabar y calzar los grandes bloques, volviéndolos más estables.

En todos los puntos prospectados, la cimentación sobresale de la alineación de las paredes. Las cimentaciones se terminan al acercarse a la superficie del suelo, distantes de este entre 0.10m y 0.15m, estableciendo así una nivelación hecha a lo largo de las fachadas, sobre la base en la que se apoya la construcción, un poco abajo de la superficie del suelo y que sirve de referencia para toda la construcción (Pinheiro ca. 1900).

Además de las cimentaciones, las piedras también fueron utilizadas en el acabado y la ornamentación de las puertas de acceso del edificio, siendo denominadas, en este caso, piedras de cantería.[4]

Las piedras de cantería fueron utilizadas para la confección de las basas de los batientes y de los umbrales de esas puertas. Según Pinheiro (ca. 1900), las piedras de cantería presentan buen aspecto y resistencia a la acción de agentes atmosféricos, como se comprueba en el Cuartel, adonde las piezas se encuentran íntegras, presentando, en el caso de los umbrales, únicamente el desgaste por su uso.

Materiales sin proceso de cocción: tapia y adobe

La tapia es compuesta por tierra húmeda compactada en encofrados deslizantes de madera, formando, por secado, y después de la eliminación de las tablas, paredes o muros homogéneos y monolíticos. La tierra que más se adapta a la realización de la tapia es la argilosa, pero también se puede emplear otra cualquiera (Pinheiro ca. 1900). La tapia no puede asentarse directamente en el suelo, pues el agua la desagregaría fácilmente, debiéndose, por lo tanto, siempre tener una base de construcción de albañilería de piedra o de ladrillo.

El molde para llevar a cabo la tapia, según Pinheiro (ca. 1900), se compone de tablas de madera llamadas tapialeras, dispuestas paralelamente a fin de dejar entre ellas un espacio correspondiente al espesor de la pared. Puestas las tablas, se van poniendo entre ellas la tierra ligeramente húmeda, en finas capas, que son comprimidas con un pilón. Las paredes de tapias son a menudo cubiertas con argamasa de cal para que tengan una duración que puede alcanzar siglos (Pinheiro, ca. 1900).

En el Cuartel fueron encontradas dos tipos de tapias: tapia clásica y bajareque. Ambas están en la misma parte del edificio, sin embargo la primera fue

encontrada en la planta baja y la segunda en el piso superior. La tapia clásica es la que corresponde a la definición presentada por Pinheiro (ca. 1900). Por otro lado, el bajareque requiere previamente una estructura de madera, compuesta por barras clavadas en el suelo y conectadas entre ellas por vigas horizontales inferiores y vigas superiores (Corona y Lemos 1972, 438). Los vanos estructurales son entonces sellados con paños de barro que no transmiten ni reciben esfuerzos. Todavía, según Corona y Lemos (1972), los paramentos hechos con el bajareque, cuando son utilizados en paredes divisorias, reciben también el nombre de «pared francesa». En el caso del Cuartel, las paredes de bajareque fueron empleadas con la finalidad de dividir ambientes (figura 10).

Las paredes con técnica de tapia clásica, así como algunas de albañilería de ladrillos, fueron cubiertas de cascotes, o sea, tuvieron su espesor aumentado con una gruesa capa de argamasa y fragmentos de tejas (Corona y Lemos 1972), con el fin de producir una superficie rugosa para facilitar la adhesión de la argamasa de recubrimiento (Pinheiro, ca. 1900) (figura 11).

Por otro lado, el adobe es un paralelepípedo de barro de grandes dimensiones, que es diferente del ladrillo por no ser cocido en el horno, pero hecho de barro crudo secado a la sombra y luego al sol (Corona y Lemos, 1972). En el Cuartel el adobe fue encontrado en una sola pared, próxima de aquellas hechas de bajareque (figura 12).



Figura 11
Pared de tapias. Se puede ver la existencia de fragmentos de tejas de cerámica, en las que se aplicó recubrimiento de argamasa (Fotografia de Gustavo Rodrigues Secco 2014)



Figura 10
Pared de bajareque (pared francesa). Se puede ver la estructura de madera con vanos sellados con paños de barro. (Fotografia de Gustavo Rodrigues Secco 2014)



Figura 12
Pared en adobe. (Fotografía de Gustavo Rodrigues Secco 2014)

Material con proceso de cocción: ladrillo

La albañilería de ladrillos es la técnica de construcción predominante en el Cuartel. Fueron utilizados ladrillos de distintos tamaños y en diferentes disposiciones, lo que demuestra que el edificio tuvo varias fases de expansión y sufrió diferentes alteraciones en la distribución de sus plantas. La mayor parte de las paredes de ladrillos son del tipo portante, es decir, que poseen función estructural sin la ayuda de pilares y vigas.

Aunque de frecuente uso en el edificio, el ladrillo fue poco usado en las cimentaciones, siendo encontrado solamente en las galerías porticadas del patio. Sobre esta cimentación se apoya la pared de cerramiento del sótano, el suelo del porche y su cubierta.

Las prospecciones arquitectónicas realizadas, tanto para el estudio de las albañilerías como de las cimentaciones, revelaron la presencia del aparejo de asentamiento de ladrillos denominado Aparejo Inglés (figura 13).

Según Pinheiro (ca. 1900), el Aparejo Inglés consiste en disponer una hilada de ladrillos alternadamente a uno y el siguiente a medio, es decir, colocados en pares. Los primeros funcionan como trabas del sistema estructural. Se trata de un asentamiento que presenta un buen trabamiento.



Figura 13
Pared de albañilería de ladrillo con asentamiento denominado Aparejo Inglés. (Fotografía de Gustavo Rodrigues Secco 2014)

En el Cuartel no hay paredes sin encubrimiento, lo que indica que la opción por los aparejos debe haberse basado exclusivamente en cuestiones estructurales sin finalidad estética. Predominan paredes de gran espesor, llamadas por Pinheiro (ca. 1900) paredes maestras, que son las que presentan ladrillos más grandes. Las paredes con espesor inferior a 0,20 m, hechas con ladrillos cuyas dimensiones se acercan a las verificadas actualmente en el mercado (05 cm por 10 cm por 20 cm), son encontradas en las paredes internas, siempre en lugares con vestigios de cerramiento posterior de vanos, indicando que se trata de materiales usados más recientemente.

Vanos de puertas y ventanas

Según Pinheiro (ca. 1900):

> Un vano es limitado por cuatro superficies: dos laterales, llamadas *jambas*; una superior llamada *dintel o larguero*; y una inferior nombrada umbral, en el caso de una puerta, o *alféizar*, en el caso de una *ventana* (cuando la piedra correspondiente al umbral está elevada por encima del pavimento interno). Las jambas son, en general, continúas en las ventanas; las ventanas de balcón y puertas son formadas de dos piezas: una inferior denominada *basa*, más ancha, y la superior que es el umbral así dicho (Pinheiro ca. 1900, 173-4).

En el Cuartel, encontramos dinteles rematados por un arco «plano» o «chato» (Pinheiro, ca. 1900), empleado para no sobrecargar los dinteles. Este arco plano se extiende por todo el espesor de la pared, recibiendo el nombre de «sobre-arco» por sobreponerse, en ciertos casos, a un arco construido en el dintel.

En el Cuartel, el lado inferior del sobre-arco es inclinado, elevándose hacia el lado interior de la casa. Esta inclinación se denomina «vuelo» o «arrojo» (Pinheiro, ca. 1900).

Las jambas entran en cajas o rebajes de pared, quedando prominentes en el vano, cuyas paredes interiores son inclinadas simétricamente, ampliando el vano para el lado interno. Para estas superficies internas se da el nombre de «derrames» o también «vuelo» (Pinheiro, ca. 1900) (figura 14).

Actualmente, el edificio presenta una variedad muy grande de carpinterías. En muchos casos, es visible



Figura 14
Ventana. Se pueden observar los derrames. Las jambas están formadas por piezas de madera dispuestas verticalmente. (Fotografía de Gustavo Rodrigues Secco 2014)

que la situación actual es el resultado de las intervenciones sobre las tipologías antiguas, como la retirada de las correderas y de ventanas de tipo de guillotina y abatibles. El estudio realizado para el restauro y la conservación consideró el estado actual de las carpinterías, clasificándolas en tipologías y evaluando el estado de conservación de cada una. Casi todas se encuentran dañadas y en muchos casos, sobretodo en lo de las puertas, no es posible reconocer nada además de las jambas, batientes, soleras y dinteles.

Argamasa

La argamasa es empleada en el asentamiento o recubrimiento de los elementos de constitución del edificio (ladrillos, tapias y adobe), proporcionando protección a estos cuando utilizada como recubrimiento. Su elaboración consiste en una mezcla de materiales inertes (arena) con materiales aglomerantes (cemento y/o cal) y agua.

En el Cuartel se observa el mantenimiento de los paños antiguos de argamasa, intercalados en algunos lugares, con paños más recientes. En las paredes o muros, los paños más antiguos presentan su primera capa de recubrimiento de argamasa con acabado rústico para fines de nivelación y la segunda capa de recubrimiento de argamasa con acabado regular.

Prospecciones pictóricas

El objetivo de las prospecciones pictóricas es caracterizar las capas de colores de elementos, en sus períodos históricos, a fin de comprender los cambios, adiciones y sustituciones del edificio.

Con respecto a las prospecciones pictóricas realizadas en el Cuartel Tabatinguera, las áreas a prospectar fueron definidas con base a las prospecciones arquitectónicas, de técnicas constructivas. Fueron prospectados nueve puntos, distribuidos en siete ambientes elegidos en función de la presencia de la variedad de técnicas de construcción (tapia y ladrillos) y por los usos previos de los ambientes, como el de una capilla y sala de alto comando militar. Fueron también realizadas dos prospecciones externamente, teniendo en cuenta la diferencia de materiales (indicativos de construcciones ocurridas en diferentes momentos) y diferentes aspectos de la argamasa, como su textura.

El procedimiento técnico consistió en decapar las sucesivas capas de tintas existentes. Las aperturas de prospección fueron ejecutadas en dimensiones limitadas, por procedimiento mecánico a través de bisturí quirúrgico y disolventes especiales. La identificación de las capas se llevó a cabo con la ayuda de la carta de colores de PANTONE: *Pantone Textile Color System – Pantone for arquitecture and interiors*.

Las prospecciones fueron realizadas en paredes y carpinterías. En el ambiente de la antigua capilla, fueron encontradas pinturas decorativas hechas con esténcil, con tema floral (figura 15), mientras que en los demás ambientes fueron verificadas capas diferentes de pintura, que en algunos casos han revelado la existencia de bandas de pintura a media altura. Las prospecciones realizadas externamente revelaron sólo el empleo de tinta a base de cal, presentando varias capas de color blanco en dos puntos prospectados y una capa de color ocre en sólo uno de los puntos, situados en el ala más antigua del edificio.

Son pocos los edificios del mismo periodo de construcción del Cuartel que se conservan hasta hoy en la ciudad de San Pablo. Por lo tanto, hay pocos lugares que proporcionan información sobre las prácticas constructivas utilizadas en la historia de la ciudad: tapias, albañilería, carpintería, puertas, ventanas y sóta-



Figura 15
Pintura decorativa hecha con esténcil encontrada en la capilla. (Fotografía de Gustavo Rodrigues Secco 2014)

nos. El Cuartel Tabatinguera conserva en buen estado técnicas constructivas tradicionales del periodo colonial brasileño, así como elementos arquitectónicos como puertas y ventanas características de ese mismo período y técnicas de construcción introducidas o perfeccionadas por pueblos de diferentes nacionalidades que inmigraron a Brasil durante el período de ampliación del Cuartel. Constituye, sin duda, una valiosa colección de inestimable valor para la comprensión del desarrollo urbano y del saber constructivo paulista que necesita un amplio reconocimiento y valorización para que se pueda preservar de manera efectiva.

Notas

1. La palabra *tabatinguera* tiene origen de la palabra indígena *tabatinga*, que significa barro blanco. En San Pablo, *Tabatinguera* es el nombre de una tradicional calle ubicada en centro de la ciudad, una ladera que recorre la cuesta del *Morro da Tabatinguera*. El Cuartel se encuentra al final de esta calle.
2. La tapia clásica y el bajareque serán considerados en este trabajo dos tipos de tapias, ya que sus nombres originales, en lengua portuguesa son taipa de pilão y taipa de mão, respectivamente.
3. El puente Tabatinguera une la calle Tabatinguera a la calle de la Mooca. En el lugar existe hoy un viaducto que conecta el centro de la ciudad a la avenida Alcântara Machado.
4. Recibe nombre de cantería o piedra de cantería todo lo que presenta composición de formas variadas y se aplica en vergas, soleras, jambas, ménsulas, modillones, etc., además de los bloques de dimensiones regulares, con la misma altura de las hiladas y en la longitud y anchura de los parámetros a la vista (Pinheiro ca. 1900).

Lista de referencias

Amaral, Antônio Barreto do. 1980. *Dicionário de História de São Paulo*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo.

Campos, Eudes. 1997. *Arquitetura paulistana sob o Império: aspectos da formação da cultura burguesa em São Paulo*. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

CONDEPHAAT. 1981. *Processo 21740/81 – Propõe o tombamento do prédio histórico do Parque Dom Pedro II, objetivando a instalação do Museu Militar de São Paulo*. Processo de tombamento. São Paulo: Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo.

Corona, Eduardo y Lemos, Carlos Alberto Cerqueira. 1972. *Dicionário da arquitetura brasileira*. São Paulo: EDART.

Del Priore, Mary y Bassanezi, Carla Beozzo. 2007. *História das Mulheres no Brasil*. São Paulo: Contexto.

Fairclough, G.; Harrison, R.; Jameson Jr. J.H. y Schofield, J. 2008. *The heritage reader*. London: Routledge.

Mezzalira, Isabel Maria A. y Flandoli, Ornella Regina. 2011. Hospício dos Alienados da Província de São Paulo. En *Histórica – revista eletrônica do Arquivo do Estado. Edição 51*. São Paulo: Arquivo Público do Estado de São Paulo.

Napolitano, Marcos. 2005. *O regime militar brasileiro 1964-1985*. São Paulo: Atual.

Orser, Charles E. 1992. *Introdução à Arqueologia Histórica*. Belo Horizonte: Oficina de Livros.

Pinheiro, Thomaz Bordallo. ca. 1900. *Alvenaria e cantaria*. Lisboa: Ailland e Bertrand.

Rodrigues, José Wasth. 1975. *Documentário arquitetônico*. São Paulo: EDUSP.

Santos, Ana Carolina Malaré dos. 2014. *2º Batalhão de Guardas do Parque Dom Pedro II*. São Paulo: Associação Preserva SP.

Spix, Johan Baptist von y Martius, Carl Friedrich von. 1981. *Viagem Pelo Brasil 1817-1820. Vol. I*. São Paulo: EDUSP.

El uso del tapial en la arquitectura de las haciendas de Tlaxcala, México

Minerva Rodríguez Licea

En la República Mexicana, como en otras naciones del mundo se ha dado paso a la modernidad y a la globalización, dejando de lado la identidad de cada región en diversos aspectos. El patrimonio tangible e intangible no ha quedado fuera de esos fenómenos y en algunos casos se ha perdido totalmente, mientras que en otros sobrevive, modificándose o alterándose de manera paulatina o acelerada. En lo que se refiere al patrimonio tangible, México cuenta con una gran diversidad y riqueza de monumentos, muchos de ellos actualmente se encuentran en un avanzado estado de deterioro y van desapareciendo de manera progresiva, quedando de lado el valor histórico, arquitectónico, social y artístico que por siglos estuvo presente dándoles una identidad. Las haciendas edificadas entre los siglos XVI y XX formaron parte del patrimonio edificado en el territorio mexicano y son parte fundamental de los antecedentes históricos de nuestro país, desgraciadamente tienden a desaparecer día con día.

Lamentablemente tanto las haciendas como la arquitectura vernácula han sido las más desfavorecidas por el hecho de pertenecer a propietarios particulares que pueden realizar cambios sin la mayor observación de autoridades, simplemente a su gusto o necesidades, llevando a cabo destrucciones y alteraciones constantes. En el mejor de los casos se realizan acciones para la reutilización de los espacios, con intervenciones fuera de escala y contexto, dejando de lado el valor histórico y monumental de los inmuebles pero tristemente, la mayoría de las veces, se destruyen total o parcialmente ante la indiferencia y falta de valoración. Desafortunadamente en la mente de muchos mexicanos aún existe el sentimiento de impotencia por la opresión y desigualdad que se vivió en el sistema hacendario en México y es por ello que se tiende al saqueo y la destrucción de esos majestuosos espacios como si fueran culpables de las acciones que llevaron a cabo los hacendados.

La gran mayoría de las haciendas que se conservan tienen un uso distinto al que se concibió en su origen y periodo de auge, debido a que el las haciendas en México prácticamente desapareció en la primera mitad del siglo XX y con ello, varios de esos solemnes inmuebles fueron fraccionados, saqueados, invadidos o destruidos. Esos recintos productivos, algunas con características sobrias en su composición y otros con una arquitectura monumental que reflejaba el poder de los hacendados, se edificaron con los sistemas constructivos de la época, predominando la mampostería de piedra y ladrillo y el uso de sistemas térreos como el adobe y el tapial, no obstante, el uso de la tierra compactada se dio solamente en algunas regiones del país.

El tapial en las haciendas, tema primordial de la presente investigación, se ha encontrado esencialmente en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, aunque más prominente en la entidad tlaxcalteca, donde se pudieron observar edificios hacendarios que fueron concebidos casi en su totalidad bajo esa técnica constructiva, utilizando la materia prima existente en la región. El interés por desarrollar el tema surgió inicial-

mente por dos aspectos, el primero consistente en la situación deplorable que presentan algunas de las haciendas, a fin de realizar un análisis de los sistemas constructivos, entre los que se encuentra la técnica de tierra compactada, que aunque tiene siglos de permanencia aún se mantiene en buenas condiciones en algunos inmuebles. El segundo aspecto fue el interés por reutilizar las técnicas constructivas tradicionales, las cuales se han desarrollado históricamente y son una forma eficiente en la erección de inmuebles que no generan contaminantes al medio ambiente, a diferencia de los materiales modernos, en los que los procesos industrializados son importantes fuentes de contaminación y gasto energético.

La labor más importante consistió en verificar la existencia del sistema constructivo de tapial en las haciendas, ya que en algunas fuentes documentales de información se establece como adobe o tepetate, por lo que fue imprescindible acudir al sitio a verificar la fábrica de los muros, en algunos casos resultó complicado por la existencia de recubrimientos, sin embargo se encontraron varios casos representativos que son un testimonio de las bondades de la arquitectura de tierra cruda. Una vez identificada la técnica de edificación y los distintos estados de conservación que presenta en los inmuebles hacendarios, se procedió a su análisis y para conocer las características del tapial, primeramente se desarrolló el aspecto histórico, partiendo de los antecedentes, a fin de tener una visión general de los sitios del mundo en los que se ha edificado desde la antigüedad con ese sistema, para ello fue fundamental remontarse a los antecedentes del uso de la tierra en la generación de espacios de cobijo para el hombre, así como los vestigios más antiguos, en los que se ha detectado el uso de tierra compactada para la edificación de espacios, encontrando con ello, que las dos estructuras más antiguas erigidas bajo ese esquema son la Muralla China en el continente asiático y la Pirámide del Sol en Teotihuacán, México. Con esos datos se puede ver que en nuestro país se utilizó la tierra compactada en la arquitectura de grandes conjuntos desde antes del arribo de los europeos a América.

Localización del estado de Tlaxcala

El estado de Tlaxcala se localiza en la zona centro de la República Mexicana y es una de las entidades más pequeñas, es decir, se encuentra entre las que poseen menor territorio, ya que cuenta con una extensión territorial de 3 997 km^2, lo que equivale al 0.2% del territorio mexicano (INEGI sitio web, 2012), colinda al norte con los estados de Hidalgo y Puebla; al este y sur con el estado de Puebla; al oeste con los estados de Puebla, México e Hidalgo. Aunque el estado de Tlaxcala cuenta con diversos climas y condiciones geográficas, la existencia de tierra con la que se han elaborado adobes y construido muros de tapial a lo largo de la historia se encuentra presente prácticamente casi en toda la entidad, al igual que en algunas partes de los estados de Puebla y Veracruz, no obstante, en las otras entidades no se explotó tan ampliamente la tradición de edificar muros de tapial para las haciendas.

Definición de tapial

El tapial forma parte de una de las técnicas constructivas en las que se emplea la tierra cruda para la edificación de espacios habitables o monumentales. La tierra se mezcla con agua para formar una pasta y se requiere de la colocación de una cimbra, generalmente de madera, aunque actualmente se emplean algunas de tipo metálico que son las que rigen el espesor del muro y debe ser compactada a golpes mediante un pisón para ir formando capas conforme se avanza en la construcción del muro. A continuación se manifiestan significados de diversas fuentes bibliográficas para obtener una definición más completa.

El sistema constructivo de tapial ha sido definido de distintas formas por los estudiosos, Cuchí I Burgos en su libro *La técnica tradicional del tapial* hace una descripción al mencionar que:

> El tapial es una técnica tradicional de ejecución de fábricas caracterizada por conformar el material en el mismo lugar en el que estará en servicio. El material, generalmente tierra, se conforma por apisonado dentro de un molde que se apoya sobre el mismo muro que se está ejecutando que sirve, a su vez, como único soporte de las actividades de montaje del encofrado, moldeo, desencofrado y traslado del molde hacia la siguiente posición de servicio. (Cuchí I Burgos 1996, 159)

Desde el punto de vista de Gernot Minke, quien hace una referencia más técnica, el tapial se define como sigue:

> La técnica del tapial consiste en rellenar un encofrado con capas de tierra de 10 a 15 cm compactando cada una de ellas con un pisón. El encofrado está compuesto por dos tablones paralelos separados, unidos por un travesaño. En francés se denomina pisé de terre o terre pisé, en inglés rammed earth. (Minke 2005, 14)

En la publicación de Colombia titulada *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada* el tapial se concibe como la compactación de tierra con el siguiente significado:

> Esta técnica se basa en compactar tierra en capas de 0.10 cm. La compactación se hace con una herramienta elaborada en obra denominada pisón. Se trata de un instrumento de madera similar a un remo aunque la forma y el peso varían de una región a otra. La compactación se hace dentro de una formaleta denominada tapial que consta de dos tableros de madera de 2.0 m de largo por 1.0 de alto, llamados hojas de tapial y dos compuertas que dan el ancho del muro. Las dimensiones de las hojas de tapial no son estándar. Varían de una región a otra al igual que el pisón. (Manual s.f., 2-4)

El *Diccionario de arquitectura mesoamericana* aporta definiciones para tapia y tapial, las cuales se encuentran manifiestas de la siguiente manera:

> La tapia es cada uno de los trazos de pared que de una sola vez se hacen con tierra amasada y apisonada en la horma o encofrado. De origen hispano-islámico, esta técnica es ampliamente utilizada en México, especialmente en la región que abarca desde Tlaxcala hasta Perote, Veracruz. Mientras que el tapial es el conjunto de tableros que, sujetos con los costales y las agujas, que se colocan verticales paralelos para formar el molde en el que se hacen las tapias. (Gendrop 1997, 195)

En las distintas enunciaciones localizadas en torno al tema del tapial se menciona la de Muenala Ortega de su tesis, en la cual menciona que:

> El tapial es una técnica que consiste en construir muros con tierra compactada a golpes dentro de un molde de madera. Como el adobe, el tapial transpira, es higroscópico, tiene capacidad de difusión a la vez que una buena capacidad de almacenar frío o calor, por lo que también se utiliza como aislante, resulta cálido y tiene una emisión radiactiva muy baja. Como la arcilla mantiene sus cualidades de absorción de tóxicos intactas, la irradiación del adobe sobre las personas es muy positiva. Además, se trata de un material abundante en cualquier lugar, fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. En el caso de no disponer de una tierra de óptima calidad, es preferible estabilizarla a transportar una mejor desde lugares lejanos. (Ortega 2007, 79)

En el texto titulado *Construcción de muros en tapia y bahareque* los autores aportan una definición a la vez que hacen una mínima referencia del uso de la técnica en Latinoamérica y aporta un dato importante al mencionar que se empleaba desde las construcciones prehispánicas al describir lo siguiente:

> El uso de la tierra en la construcción está presente desde las primeras manifestaciones del hombre, en casi todas las regiones del mundo. Este sistema fue usado en Latinoamérica con anterioridad a la llegada de los conquistadores, que a su vez también lo empleaban en su lugar de origen. La Tapia Pisada es un procedimiento por medio del cual se construyeron y construyen edificaciones en tierra, sin sostenerlas con piezas de madera u otros materiales. Este método consiste en apisonar tierra preparada capa por capa, en medio de dos tablones con el espesor normal de los muros de piedra. Apisonada de esta manera, la tierra se liga, toma consistencia y forma una masa homogénea, que puede ser elevada hasta la altura necesaria para una vivienda o construcción. El procedimiento consiste en apisonar tierra húmeda dentro de encofrados deslizantes; de este modo se forman las paredes de una construcción. (Construcción de muros 2012, 11)

Una vez obtenidas las definiciones anteriores se puede concluir en definir el tapial como un sistema constructivo en el que se utiliza la tierra cruda como material y se realiza una composición con agua, con la finalidad de crear una mezcla húmeda que se va colocando en un encofrado previamente fabricado con madera, cuya dimensión determina el ancho del muro, este se humedece y en su interior se va colocando la mezcla en capas de un espesor aproximado de 10 a 15 cm, las cuales se van apisonando de manera uniforme para lograr la compactación y correcto trabajo estructural del material. El pisón también es fabricado en madera y su dimensión debe corresponder al espesor que da al muro el encofrado. Este sistema de tapial se emplea para la construcción de muros. El tapial es una técnica constructiva a base de tierra que se humedece y se coloca al interior de un bastidor, cuya dimensión corresponde al espesor del muro a edificar. Después de vaciar la mezcla se debe apisonar a modo de compactar por capas y sucesiva-

mente se van colocando franjas hasta lograr el alto deseado del muro.

Haciendas construidas con tapial en la región del estado de Tlaxcala

Son diversos los sistemas constructivos que se emplearon en las haciendas mexicanas. En cada región se utilizaron de distintas formas los materiales, la tierra fue imprescindible para la edificación de los muros en esos espacios productivos, únicamente en algunas zonas se implementó la técnica de construcción de muros de tapial, ya que en la mayoría de los casos se usó la tierra para la elaboración de adobes. En los estados de Puebla y Tlaxcala es abundante la usanza de tapiales, no solamente en las edificaciones de las haciendas, sino también en la arquitectura vernácula, optimizando la tierra existente. Para las haciendas se empleó ese sistema fundamentalmente en los muros perimetrales que datan de una época anterior al siglo XIX, periodo en el que auge de esos inmuebles se acrecentó. Las haciendas pulqueras de esa región poseían grandes extensiones territoriales para los sembradíos de maguey y algunas cosechas que se producían en el terreno agrícola. Entre los espacios más representativos de estos inmuebles se encontraba el tinacal que era parte fundamental, donde se almacenaba y administraba la producción pulquera.

La técnica de edificación de muros de tapial es una aportación que únicamente se encuentra presente en algunos estados de la República Mexicana, aunque resulta complejo diferenciar y descubrir ese sistema constructivo. Entre los factores que intervinieron para que se empleará el tapial se encuentran la materia prima existente en la región, la habilidad de los habitantes para ejecutar la mano de obra, las características físicas y geográficas del sitio, principalmente en lo que se refiere al clima, así como el uso final de las construcciones, ya que cabe destacar que las haciendas erigidas con ese procedimiento principalmente fueron de producción pulquera y agrícola, por lo que incluso el género de actividades usufructuarias fue un factor determinante para el procedimiento constructivo empleado. Para la extracción de

Hacienda	Ubicación	Características (Usos de tapial)	Actividades productivas	Uso actual
La Noria	Terrenate	Áreas de servicios	Agrícola, pulquera	Vivienda, bodega
La Obra	Nanacamilpa	Casa grande y área de servicios	Agrícola, ganadera, pulquera	Ranchería con ganado menor y agricultura
San Antonio Mazapa	Calpulalpan	Muros perimetrales y áreas de servicios	Agrícola, ganadera, pulquera	Bodega
San Bartolomé del Monte	Calpulalpan	Muros perimetrales	Agrícola, pulquera, cerealera, ganadera y forestal	Vivienda, agricultura
San Francisco Soltepec	Huamantla	Áreas de servicios	Agrícola, ganadera, pulquera	Hotel, restaurante
San Nicolás el Grande	Benito Juárez	Muros perimetrales y servicios	Agrícola, ganadera, pulquera	Vivienda, ganado, agricultura
Santa María Xalostoc	Tlaxco	Áreas de servicios y caballerizas	Agrícola, ganadera, pulquera	Hotel, eventos sociales
Santa Teresa Ixtafiayuca	Nanacamilpa	Muros perimetrales, casa grande y áreas de servicios	Agrícola, pulquera	Renta para campamentos
Texcacoac	Santa Ana Chiautempan	Muros perimetrales	Agrícola, ganadera, pulquera	Vivienda, agricultura
Zoquiapan	Calpulalpan	Casa grande y área de servicios	Agrícola, pulquera	Vivienda, agricultura

Tabla 1
Relación de haciendas localizadas con muros de tapial en el estado de Tlaxcala



Figura 1
Localización de haciendas con muros de tapial en el estado de Tlaxcala, se puede ver que en el noreste prolifero ese sistema constructivo

pulque y algunos tipos de producción agrícola y ganadera no se requería abundancia de agua, por lo que se erigieron ese género de haciendas en un clima propicio, con la cantidad de agua moderada para su sobrevivencia pero sin ser un elemento que requiriera cantidades exorbitantes como fue el caso de las haciendas cañeras. Por consiguiente, los muros se encontraban en contacto con la humedad lo menos posible, aunado a ello fueron recubiertos con aplanados que sirvieron como protección de los tapiales.

Presencia de tapial en las haciendas de Tlaxcala

En algunas haciendas de Tlaxcala existen muros de tapial, aunque son pocos los casos en los que está presente en la totalidad de los espacios hacendarios, hay vestigios en una gran cantidad de esos inmuebles. Enseguida se presenta una relación que muestra la presencia de esa técnica constructiva en algunos casos de la arquitectura hacendaria en Tlaxcala.

La relación presentada en la tabla anterior muestra un listado de algunas haciendas del estado de Tlaxcala con presencia de tapial en los muros, de igual modo se puede apreciar que el uso de ese sistema constructivo no fue exclusivo de un sólo tipo de producción, sino que más bien respondía a las características físicas del contexto, donde se sabía explotar y aprovechar los recursos naturales existentes. De igual manera, la presencia de la técnica constructiva variaba en cada uno de los casos, pudiendo presentarse en distintos espacios del conjunto hacendario, resolviéndose cada uno de manera particular, dependiendo de las necesidades y actividades del inmueble hacendario.

El listado anterior es una muestra de la arquitectura de tapial en las haciendas de la entidad, dado que resulta complicado identificar el sistema constructivo en todos los inmuebles hacendarios del estado, debido a que por las condiciones de conservación pueden presentarse muros con aplanados, lo que hace imposible conocer la estructura del muro. Asimismo, en otros casos, por ser de propiedad privada los inmuebles se dificulta el acceso y por consecuencia el análisis de las técnicas de edificación de los diferentes espacios de los conjuntos. En la región noreste de Tlaxcala se encontró una mayor cantidad de haciendas con presencia de muros edificados con tapial, mientras que en el resto de la entidad se identificaron casos dispersos, como se muestra en la figura 1.

Ubicación de haciendas construidas con tapial en Tlaxcala

En varios municipios de la entidad tlaxcalteca se edificaron centros de producción en los que el tapial estuvo presente, sin embargo, la composición de la tierra era distinta en cada caso, ya que a pesar de estar enclavados en la misma región y con el mismo material, la materia prima poseía diferentes propiedades y características, encontrándose diversidad en la constitución de los muros térreos, ya que la proporción en algunas tierras era más arenosa que arcillosa o viceversa, no obstante, lo interesante consiste en apreciar que entre mayor antigüedad tienen los muros poseen mayor estabilidad por la excelente manufactura de su estructura y el mayor entendimiento del sistema por parte de sus constructores.

Identificación del sistema constructivo de tapial en distintas haciendas pulqueras y agrícolas

Vestigios de ese sistema constructivo presenta la hacienda La Noria, en Tlaxcala, la cual ha sido alterada y actualmente no permite una lectura explicita de las estructuras que la conformaron, pues incluso fue dividida por una vialidad y con ello se ha sido modificado, alterándose la grandeza del conjunto al resultar dividida la extensión, quedando una de sus secciones en el abandono y deterioro, mostrando hoy en día única-

mente vestigios de esos recios muros de tapial. En municipios como Nanacamilpa, Terrenate, Huamantla, Calpulalpan y Benito Juárez se encuentran vestigios y construcciones hacendarias con auge de producción pulquera durante el siglo XIX principalmente, algunos de ellos rodeados de arquitectura vernácula, otros simplemente enclavados en un territorio inhóspito y solitario, mientras que en otros casos la mancha urbana los ha invadido, deteriorando la lectura de lo que fueron estos importantes centros de producción. La materia prima que en otros casos se empleó con otros fines, sirvió en sitios como Tlaxcala para la técnica de tierra apisonada y hoy en día puede verse que es un adecuado sistema constructivo, ya que aún existen algunos inmuebles, entre ellos viviendas y haciendas que fueron edificados con tapial y aún subsisten.

El sistema constructivo de tapial únicamente es recurrente apreciarlo únicamente en algunos sitios, no es frecuente encontrarlo en todo el territorio mexicano y existe aún en menor cantidad en la composición hacendaria. Únicamente en algunas regiones del país ha existido la presencia de esa técnica en los centros de producción referidos.

Por el tema de estudio, únicamente hago énfasis a las haciendas del centro de México, específicamente a las del estado de Tlaxcala, donde se empleó el tapial sobre todo en muros perimetrales, como es el caso de la hacienda San Antonio Mazapa y San Nicolás el grande (figuras 2 y 3). De igual modo se utilizó ese procedimiento para la construcción de las áreas



Figura 2
Muros perimetrales edificados con tapial en la hacienda San Antonio Mazapa, Calpulalpan, Tlaxcala. Fuente: Imagen de autor



Figura 3
Muros perimetrales edificados con tapial en la hacienda San Nicolás el grande, Benito Juárez, Tlaxcala. Fuente: Imagen de autor

generales y de servicios, como en el caso de la hacienda Soltepec y Santa Teresa Ixtafiayuca, en las que tanto las calpanerias, trojes, muros perimetrales y establos de edificaron con tapial, empleando la materia prima del lugar (figuras 4 y 5).

En los casos antes mencionados se puede apreciar que dentro del mismo terreno que comprendía esos centros de producción se encontraba el material que sirvió como materia prima para la construcción de los muros. Esa tierra a su vez fue la propicia para la siembra y cosecha del maguey y demás productos agrícolas que fueron producidos en esos espacios. No es posible precisar la razón por la que se empleó ese sistema constructivo específicamente en esa zona, aunque la existencia de ese tipo de tierra no es una particularidad del sitio, ya que el material se halla en otras partes y ha sido empleado para fabricar adobes y no propiamente para realizar tapiales.

Las haciendas que cuentan con ese sistema constructivo tuvieron su auge primordialmente durante el siglo XIX pero algunas de las construcciones que las conformaron datan de siglos anteriores. No es posible precisar pero es muy probable que algunos de los muros de tapial correspondan a etapas anteriores, ya que principalmente se encuentran en las delimitaciones de las áreas y espacios de servicios, generalmente en la casa grande, capilla y otras áreas se usó adobe y mampostería.

La forma en que se construyeron los tapiales en las haciendas de Tlaxcala consistió en la fabricación



Figura 4
Muros de tapia en corrales y área de servicios en la hacienda Santa Teresa Ixtafiayuca, Nanacamilpa, Tlaxcala. Fuente: Imagen de autor



Figura 5
Muros de tapia en áreas de servicios en la hacienda San Francisco Solpepec, Huamantla, Tlaxcala. Fuente: Imagen de autor

de cimbras de madera que se colocaban para recibir la mezcla a base de tierra, las cuales quedaban sujetas con puntales en los extremos y la separación entre la cimbra o encofrado fue la que determinó el ancho del muro. En las haciendas ubicadas en Tlaxcala que utilizaron ese tipo de muros, el espesor variaba entre los 40 y 80 cm. Cabe mencionar que la cimbra se colocaba encima de una cimentación de piedra para la protección del muro, evitando el contacto con la humedad del terreno; una vez que se realizaba la cimentación se procedía a desplantar el muro y para ello se comenzaba a rellenar con la mezcla de tierra, cuya composición era la adecuada para obtener una estructura sólida. La fabricación del muro consistió en sujetar adecuadamente la cimbra para dar la estabilidad, evitando así que a la compresión tuviera movimientos, posteriormente se comenzaba con el desplante colocando una capa de la mezcla de alrededor de 10 a 15 cm, la cual se debía tender de forma uniforme a lo largo de toda la cimbra que además no tenía una dimensión excesiva para evitar que el claro del muro fuera demasiado y llegará a tener complicaciones estructurales. Posteriormente se efectuaba el apisonado con pisones fabricados con madera, los cuales debían ser varios, puesto que en las esquinas se requería de una forma puntiaguda para evitar que esa sección quedara sin compactar. El apisonado se realizaba de forma homogénea para evitar secciones porosas o partes en las que la tierra pudiera estar suelta y no tuviera la adherencia adecuada.

Cuando se terminaba de construir una sección de muro, se dejaba secar y posteriormente se desmontaba la cimbra para recorrerse a la parte siguiente y comenzar de nuevo con la misma técnica de colocación de capas de la mezcla y apisonado. Por la composición actual de los muros se puede ver que las cimbras no tenían una dimensión mayor de 3,00 m de longitud y de 0,80 a 1,00 m de altura, permitiéndose de esa manera que se ejecutarán los trabajos adecuadamente. Para el cerramiento del muro es común encontrar secciones de adobe, ello se puede apreciar principalmente en los casos en que aún están con cubiertas o el muro está completo hasta la altura en que fue concebido o con erosiones mínimas, porque en casos como la hacienda la Noria, ubicada en el municipio de Terrenate, del estado de Tlaxcala, donde ya se ha perdido prácticamente medio muro y la altura ya es menor por lo que no se puede precisar si tuvo cerramiento de adobe pero si es importante resaltar que es una constante en la mayoría de las haciendas analizadas.

De acuerdo a las actividades de usufructo se tuvo en muchos casos la necesidad de ampliar los espacios, implementar nuevas labores, acondicionar sitios e incluso realizar nuevas obras arquitectónicas, lo cual llevó a que se modificaran los inmuebles de cómo fueron concebidos originalmente y ello también se reflejó en las técnicas y sistemas constructivos empleados, ya que se buscaban las nuevas tecnologías, lo moderno o lo más sobresaliente que




Figura 6
Construcción de muros de tapia para la restitución de estructuras faltantes en la hacienda San Francisco Soltepec, Huamantla, Tlaxcala. Fuente: Imágenes de autor

reflejará el poderío del hacendado. El cambio de propietario también era un factor preponderante, ya que este podía llegar con nuevos ideales, conocimiento de nuevas técnicas e incluso una economía más estable que le permitiera hacer aportaciones a la hacienda invirtiendo en nuevas y más ostentosas construcciones. De este caso podemos citar la hacienda de San Antonio Mazapa, la cual posee una alternancia de sistemas constructivos, en los que se aprecian las distintas etapas y fases que tuvo para llegar a su estado actual, ya que por un lado se encuentra la construcción con tapial y adobe en los muros perimetrales y la sección más antigua mientras que en otra parte se aprecia la casa grande que corresponde a una época más moderna edificada con mampostería e incluso conserva una capilla inconclusa que se comenzó a erigir con materiales pétreos de importación.

En algunos casos también se aprecia que la técnica de tapial se ha explotado a lo largo de los distintos siglos de existencia y aunque ha tenido modificacio-

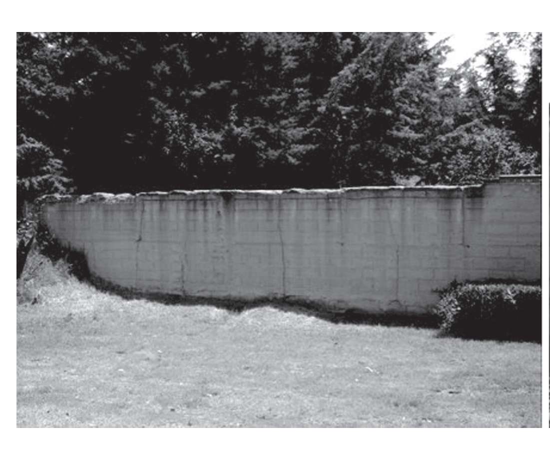



Figura 7
Construcción de muros de tapia perimetrales (el diseño de la cimbra simula sillares) en el nuevo fraccionamiento de la hacienda San Francisco Soltepec, Huamantla, Tlaxcala, cuya distribución se asienta en los terrenos que fueron la zona de cultivo. Fuente: Imágenes de autor.

nes, se ha realizado bajo el mismo esquema con que se concibió desde un inicio, aún en el periodo de auge que se dio durante el siglo XIX por la introducción de las vías ferroviarias y la facilidad de trasportación del pulque en esa zona. Se continuó edificando con tapial y se hacían modificaciones con la misma técnica y sistema, rescatando y preservando la mano de obra de las personas que aún manejaban ese procedimiento constructivo. En los terrenos de la hacienda Soltepec aún en la actualidad se está utilizando la técnica de tapial para la construcción de nuevos espacios como muros perimetrales y en la reconstrucción de estructuras que se han perdido por el descuido, abandono y falta de conservación (figura 6). Actualmente en lo que fueron los terrenos de siembra de la hacienda se efectúa una lotificación y construcción de casas de campo, retomándose en algunos casos el uso de tapial para la edificación, principalmente en los muros que delimitan el conjunto (figura 7*)*.

Los muros de tapial existentes en las haciendas muestran la permanencia de una técnica que se desarrolló en el estado de Tlaxcala a través de varios siglos y revelan que es un sistema factible que se preserva durante un largo periodo si se da un mantenimiento adecuado. El hecho de ver que esos muros permanecen de pie después de tanto tiempo es la mejor prueba de que ese sistema constructivo es realizable en arquitectura nueva afectar el entorno inmediato.

Principales usos de tapial en las haciendas analizadas

En la mayoría de las haciendas encontradas se descubrió que el tapial se empleó fundamentalmente en la construcción de muros perimetrales, aunque en algunos casos se usó también ese procedimiento para las áreas comunes y de trabajo. Es recurrente apreciar que en los muros colindantes se usó con un espesor aproximado de 40 cm.

En las haciendas San Antonio Mazapa, San Nicolás el grande y San Francisco Soltepec existen algunos muros perimetrales en los que se aprecia que se edificaron con la técnica de tierra compactada conocida como tapial, la mayoría se encuentran en buen estado, aunque algunos han perdido los recubrimientos y se comienzan a disgregar, en otros casos ya únicamente se pueden ver secciones de lo que existió. Desafortunadamente, como se mencionó con anterioridad, al interior se hicieron a lo largo de su existencia distintas transformaciones en las que se involucra la introducción de los nuevos sistemas y materiales y ya no es posible precisar con exactitud que tanto se utilizó ese sistema constructivo en la erección de los distintos espacios que componían las haciendas. En la hacienda Santa Teresa Ixtafiayuca y San Francisco Soltepec existen edificaciones que muestran la presencia de muros de tapial en los espacios interiores. Particularmente en San Francisco Soltepec presentan un recubrimiento a manera de mampostería y finalmente el aplanado común encima.

Lista de Referencias

AA.VV. 1982. *Gran Diccionario Ilustrado de Selecciones del Reader's Digest, Tomo XI*. México: Selecciones del Reader's Diges.

AA.VV. 2005. *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada.* Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Presidencia de la República, Red de Solidaridad Social.

AA.VV. 2012. *Construcción de muros en tapia y bahareque.* Bogotá, Colombia: Centro de la Industria y Construcción, Centro de Gestión de Mercados, Logística y TIC's SENA.

Cuchí i Burgos, A. 1996. «La técnica tradicional del tapial». En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996*. Eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Gendrop, P. 1997. *Diccionario de arquitectura mesoamericana.* México: Trillas.

INEGI. 2012. *INEGI*. From Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/default.aspx?tema=me&e=29.

Minke, G. 2005. *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Alemania: Forschungslabor für Experimentelles BauenUniversidad de Kassel.

Ortega, M. 2007. *Proyecto de diseño interior y jardines, diseño interior de hostería ecológica en Mindo*. Tesis para obtener el título de Arquitecta de Interiores. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Arquitectura, artes y diseño, carrera de arquitectura interior.

Ramírez, R. M. 1990. *El sistema de haciendas en Tlaxcala.* México: CONACULTA, Dirección General de Publicaciones.

Casas de concreto armado: una innovación tecnológica en los albores del siglo XX en Yucatán, México

Manuel Arturo Román Kalisch

En el último tercio del siglo XIX la aparición de nuevos materiales como el cemento y el hierro propició el inicio de un nuevo impulso al desarrollo tecnológico en Yucatán. Este desarrollo se encontraba anquilosado por el dominio de la tradición constructiva heredada de la época virreinal. El mercado de la construcción estaba dominado por los materiales provenientes del medio natural regional, como piedra, madera y cal, que fueron el sustento material de las arquitecturas prehispánica, virreinal y porfiriana. Los materiales industrializados como cemento y hierro o acero, empezaron a tener un uso discreto, en un principio como componentes de elementos estructurales de apoyos horizontales y techumbres en un proceso de sustitución tecnológica, en donde la madera, elemento principal de dinteles y viguerías cedió su lugar a los elementos ferrosos y de concreto armado. No es hasta principios del siglo XX en que la utilización de sistemas constructivos novedosos como el concreto armado propició la construcción de edificios de diversos géneros arquitectónicos con estructuras completas de este material artificial. Destacando entre ellos la construcción de una serie de casas de concreto armado, objeto de estudio de este trabajo, que ejemplifican el grado de desarrollo tecnológico imperante en la ciudad de Mérida, Yucatán, México durante la primera década del siglo XX.

El concreto armado en México

El concreto o *betón* como era conocido, ya se utilizaba en México desde las últimas décadas del siglo XIX. El ingeniero civil y arquitecto Antonio Torres Torija, en su tratado de construcción (1895, 44-45) definía al *betón* como un mortero al que se le agregan restos de piedras, tejas o guijarros a medida que se forma la mezcla. Menciona que cuando está bien hecho adquiere mucha tenacidad y fuerza, y es impermeable al agua. Torres reconoce que la bondad del *betón* depende de las proporciones de la mezcla, la manipulación, el endurecimiento o macización, la desecación y la influencia del tiempo.

A pesar de que se conocían las características físicas de resistencia, el *betón* sólo se utilizaba estructuralmente para fabricar pilotes y cimientos de block. Los primeros se introducían a golpes de motones y el alvéolo se rellenaba con este material; los segundos, se fabricaban en grandes moldes y en el fondo de la excavación se iban colocando formando hiladas inclinadas (Torres 1895, 69 y 72). También fue utilizado el concreto armado en cimentaciones conformadas por parrillas de viguetas metálicas y recubiertas con este material (Katzman 1963, 12).

En 1902, el Brigadier Ángel Ortiz Monasterio regresa a México con la representación del «Betón Armé, Systéme Hennebique», después de haber trabajado en París con Francois Hennebique inventor del sistema. El ingeniero naval Miguel Rebolledo socio de Ortiz, fue el principal técnico de la agencia y un gran propagandista del sistema Hennebique (Katzman 1963, 58). Rebolledo (1904) efectuó un análisis comparativo de dimensionamiento y costos de tres tipos de cimientos: mampostería, sistema americano o emparrillado y cimiento de *betón* armado Hennebique, para

el suelo de la ciudad de México, en el que resultó más económico y con menor volumen el sistema Hennebique, resaltando con ello la gran ventaja de utilizar este sistema constructivo y estructural.

A pesar de la propaganda y los estudios realizados en los que se hacía ver las ventajas del sistema Hennebique, la gran cantidad de proyectos que presentaron en dos años y las buenas relaciones sociales que tenían, Ortiz y Rebolledo no lograron un solo contrato, Rebolledo hizo un estudio para una Secretaria de Estado y una comisión técnica de ingenieros no lo aceptó por llegar a la conclusión de que a pesar de que el concreto había dado buenos resultados en Europa, en México sería un fracaso. Las primeras construcciones que lograron realizar en 1903 fueron un sótano y una ampliación de la Secretaria de Relaciones Exteriores (Katzman 1993, 329-330).

El gran impulso de las obras de concreto armado se dio a partir de 1903, a un año de haberse implantado el sistema Hennebique, con la construcción del edificio de tres pisos de la ferretería El Candado, en Mérida, obra hecha por completo con *betón* armado desde los cimientos hasta el techo, inclusive columnas y entrepisos, con sobrecargas de 1,000 k/m2, escaleras, etc.; así mismo fueron construidas en la misma ciudad varias casas habitación y un tanque de 250 m3 (Rebolledo 1904), las primeras en el centro actual de la ciudad y el segundo en las instalaciones del antiguo Hospital O´Horan.

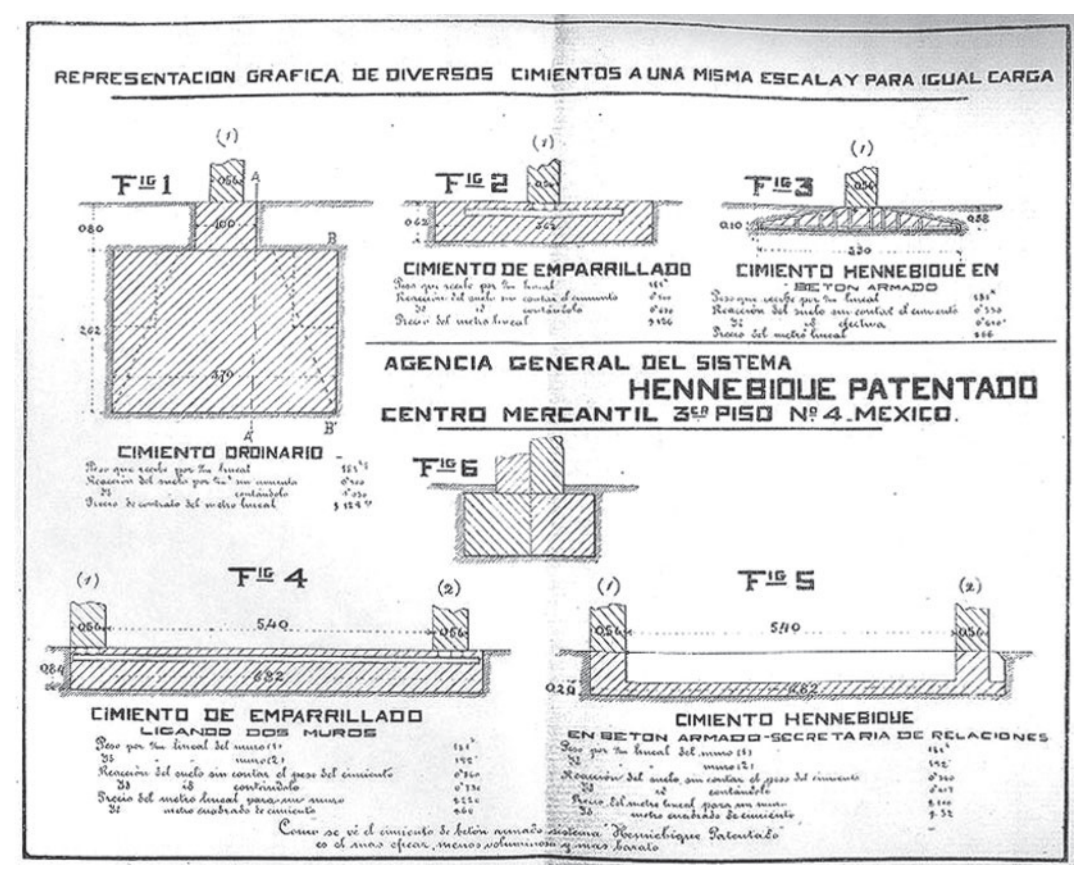


Figura 1
Estudio comparativo de tres tipos de cimientos efectuado por el Ing. Rebolledo (1904)

Por último, Rebolledo expone en 1909 la pertinencia de construir casas de concreto con el sistema de muros de carga, aunque por el costo recomienda que se haga un sistema de losa apoyada sobre cuatro vigas, que descansen en columnas colocadas en las esquinas del cuarto; cada columna sobre una zapata, y con un amarre de varillas de hierro en la parte alta de esta (Katzman 1963, 59). La propuesta de Rebolledo fue efectuada varios años antes de la que hizo Le Corbusier de sus casas dominó de 1914 (González 1996, 382-383) con la que se buscaba las ventajas arquitectónicas de la planta libre.

El concreto armado en Yucatán

Los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX se caracterizan por un proceso de cambio tecnológico en cuanto a la utilización de nuevos sistemas y materiales constructivos, pero al mismo tiempo un proceso de continuidad y permanencia de los materiales, procedimientos y sistemas constructivos regionales. Tales procesos tecnológicos se efectuaron en el marco del desarrollo de la industria henequenera, que a través del incremento de la siembra del agave, el perfeccionamiento de métodos y equipos de desfibración y un enorme crecimiento de las importaciones, trajo como consecuencia el surgimiento de todo género de empresas y un gran impulso al comercio. Se incrementaron las importaciones de bienes de capital y de producción como motores y maquinaria, y equipo para los trenes de raspa de las desfibradoras del henequén y para la industria azucarera, así como para industrias secundarias. La importación de materiales de construcción se intensificó y así mismo fueron importados locomotoras, carros de ferrocarril y rieles (Suárez 1977, 66-67).

En el último tercio del siglo XIX, el mercado de la construcción meridano ofrecía, además de los materiales de producción local como piedra, madera y cal, materiales industrializados novedosos como el cemento, que primeramente venía en barriles y era importado, principalmente de Europa y de los Estados Unidos y fue utilizado básicamente en aplanados de muros, acabados en pisos, aljibes y caños, así como en la fabricación de elementos ornamentales (Vega 2012, 122-126). Así mismo, se tienen noticias que empresarios locales fabricaban cemento a noventa pesos por escudo y existía una fábrica de materiales de construcción y ornamentación, entre los cuales figuraba una piedra artificial formada por arena calcárea, cal, cemento y piedra triturada (AGEY 1904, Fondo: Poder Ejecutivo, Sección: Fomento, c. 432). La oferta de cemento se incrementó en las siguientes décadas del siglo XX garantizando con esto el abasto suficiente para cualquier tipo de obra. La primera fábrica de materiales de construcción de Yucatán es instalada por Felipe Ybarra Ortoll, en 1882. La fábrica producía ladrillos para pisos, columnas prefabricadas, elementos ornamentales para paseos, jardines y fachadas de edificios (Vega 2012, 338).

En 1896, la Casa del Adelantado Francisco de Montejo es remodelada por el Ing. Manuel Arrigunaga y modifica la sobria fachada virreinal por una configurada con elementos ornamentales eclécticos de concreto, como cariátides, frontones, frisos, etc., provenientes de la fábrica de Ybarra (Vega 2012, 339). A pesar de ser un material novedoso y con poco tiempo de ser manejado por los fabricantes, se tenía una excelente calidad en la hechura de los elementos ornamentales.[1]

Así mismo, el mercado de la construcción ofrecía también elementos estructurales de hierro y acero, como viguetas y rieles para techumbres de casas. Estos elementos metálicos de soporte vinieron a sustituir a las vigas de madera, tanto por tener un precio más bajo como una mayor durabilidad. El mayor costo de las vigas de madera sobre las metálicas se explica por la escasez de especies maderables en Yuca-



Figura 2
La Casa de Montejo. Estatuaria y ornamentación de concreto. (foto del autor)



Figura 3
Plafón liso logrado por la colocación de viguetas metálicas y concreto o *bahpek* colocados al nivel bajo de la losa. (foto del autor)

tán debido a varios factores, como la tala inmoderada que sufrieron las zonas de monte para dar paso a los planteles de henequén, la tradición ancestral de quemar los terrenos para la siembra de la milpa y el desperdicio provocado por malas prácticas de corte y explotación de la madera para la construcción (Suárez 1977, 204, 209-210). Otro aspecto que determinó la utilización de viguetas metálicas, fue la solución formal de lograr plafones lisos (AGEY 1887, Fondo: Poder Ejecutivo, Sección: Gobernación, c. 97) al colocar en el nivel del lecho bajo de las losas el conglomerado de piedras y mortero, llamado *bahpek*, o el concreto armado, entre viga y viga, para lograr la nueva espacialidad que se buscaba en viviendas y otros géneros arquitectónicos de las últimas décadas del siglo XIX y la primera década del XX.

La llegada a Yucatán del sistema estructural y constructivo del concreto armado, a principios del siglo XX, propició la edificación de algunos inmuebles con estructuras a base de cimientos, columnas, trabes y losas, relegando a los muros de piedra a una función meramente divisoria. De los primeros edificios construidos con el sistema de concreto armado fue la ferretería Ritter & Bock, aunque en este caso la estructura utilizada fue mixta, configurada a base de columnas de concreto armado y vigas metálicas. El cronista Francisco Montejo (1981, 68) explica que esta ferretería fue edificada en 1903 por técnicos alemanes y dirigió la obra el Ing. Manuel G. Cantón, sin embargo, Vega (2012, 127) apunta que hacia 1904 ya estaba participando en la obra el Ing. Salvador Echagaray, activo constructor en esos años.

En la edificación de la ferretería El Candado, como ya se mencionó, fue utilizado el sistema Hennebique. Siendo la primera obra proyectada y construida totalmente con concreto armado en el país y estuvo a cargo del Ing. José Artola, bajo la supervisión de Ángel Ortiz Monasterio cuya empresa tenía el contrato de la construcción y fue terminada en 1903 (Vega 1997).



Figura 4
Ferretería El Candado primer edificio de concreto armado en México. En *El mundo Ilustrado, 8*, 18 de febrero de 1906 (Biblioteca Yucatanense Virtual, Fondo Reservado)

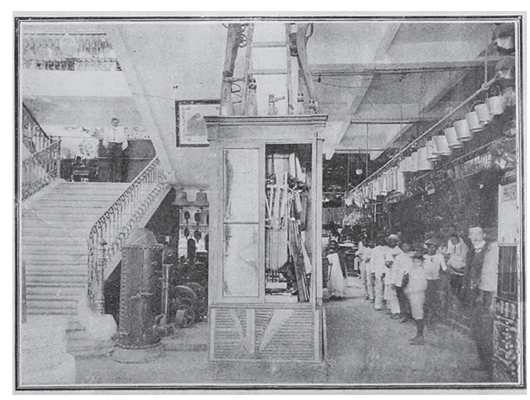


Figura 5
Interior de la ferretería El Candado donde se aprecian los entablerados de las trabes que soportan a las losas de concreto armado, en 1906. En *El mundo Ilustrado, 8* (Biblioteca Yucatanense Virtual, Fondo Reservado)

La estructura de la edificación está configurada por cimientos, columnas, trabes y losas de concreto armado. La solución estructural de soporte para las losas se basó en formar un entablerado de trabes donde se asentaron los elementos de cubierta. Esta solución estructural estaba basada en los métodos de aplicación para diferentes elementos de concreto armado desarrollados en 1861 por Francois Coignet, lo que sentó los principios del cálculo estructural que finalmente desembocaron en la teoría elástica que comenzó a emplearse a principios del siglo XX (Sánchez 2012, 87. Castillo 2000, 3).

El edificio de El Candado tiene tres niveles y una superficie construida de 1,700 m2 lo que significó la inversión de una gran cantidad de recursos materiales y humanos. El mercado de la construcción contaba con los suficientes insumos para surtir cemento de diferentes marcas y calidades. Hasta el momento no se sabe la marca o marcas de cemento utilizadas en la obra aunque por las buenas condiciones que actualmente presenta la estructura es de suponer que fueron empleados cemento y acero de excelente calidad. Así mismo, es de suponer que se efectuaran controles de calidad a los materiales cementantes tal como se realizó a los utilizados en las obras de pavimentación y embanquetados que se estaban efectuando al mismo tiempo que la construcción de El Candado. El análisis realizado al cemento marca Aalberg en 1901 exhibió un tiempo de fraguado de seis horas, mayor resistencia a la tracción que la especificada y una gran finura y fue calificado como «un material de suprema calidad» (AGEY 1904, Fondo: Poder Ejecutivo, Sección: Fomento, c. 439). Para el suministro de los agregados para la mezcla del concreto y con el objeto de tener en tiempo y forma dichos materiales, Ortiz Monasterio solicitó permiso al Ayuntamiento para instalar una maquinaria para triturar piedra a pocas cuadras de distancia de la obra (AGEY 1903, Fondo: Municipios, Sección: Mérida, Libro de actas de sesiones del H. ayuntamiento, libro 19). Al ser la primera vez que se utilizaba el sistema de concreto armado en un edificio fueron frecuentes los accidentes y fallas, debido a la falta de experiencia en el manejo del material (Vega 2014) a pesar de que en la obra laboraba personal especializado de la empresa de Ortiz Monasterio ya que la casa central Hennebique en París, proporcionaba los maestros de obra que se requerían (Rebolledo 1904).

El impulso modernizador que significó la implantación del sistema de concreto armado en el estado, no fue lo suficientemente fuerte ni permeó en los diferentes estratos de la sociedad. La tradición constructiva imperante en este período permaneció vigente en la construcción de las nuevas edificaciones de equipamiento, servicios, vivienda, etc. Sin embargo se llevó a cabo un proceso de mestizaje en donde algunos elementos de concreto armado fueron incorporados en las estructuras de muros de carga y en las mixtas en apoyos aislados. De esta forma los cimientos y muros de carga de mampostería prevalecieron por sobre los de concreto; los cerramientos de piedra y las techumbres compuestas de vigas metálicas y *bahpek*, cedieron su lugar a los cerramientos, trabes y losas de concreto armado, con lo que se constituyó una tecnología mixta que estuvo vigente durante la primera mitad del siglo XX (Román 2007ª. Román 2007b).

Casas de concreto armado

El sistema constructivo del concreto armado o *betón* armado, también se utilizó en la edificación de viviendas, como una alternativa a los sistemas tradicionales de construcción, como se puede inferir de la solicitud de permiso que hicieron el 3 de noviembre de 1902, el Lic. Olegario Molina, Elías Amábilis y otros tres ciudadanos al Ayuntamiento de Mérida:

> …para construir o reconstruir casas en esta Capital, respectivamente: el primero, dos casas de betón armado en las calles 52 y 55, manzana 25 del Cuartel 1º; el segundo, una del mismo material en la calle 52, manzana 28 del Cuartel 2º; el tercero, una de madera y zinc, en la calle 76, manzana 124 del suburbio de Santiago; el cuarto, una de mampostería en la calle 57, número 513; el quinto, una de mampostería y teja, en la calle 59, manzana 82, del cuartel menor número 9 (…). Los solicitantes acompañan a sus solicitudes los planos por duplicado de las obras que pretenden llevar a cabo. (AGEY 1902, Fondo: Municipios, Serie: Mérida, libro 18, fs. 148-149).

Se comprobó en el cruce de las calles 52 y 55 la existencia no sólo de las dos casas mencionadas en la solicitud de permiso de construcción sino de cinco más que ocupan todo el paramento poniente de la calle 52 entre las calles 55 y 53 y que fueron construidas con el sistema de concreto armado. Dos de ellas han



Figura 6
Viviendas de concreto armado ubicadas en la calle 52 × 55 y 53. (foto del autor)

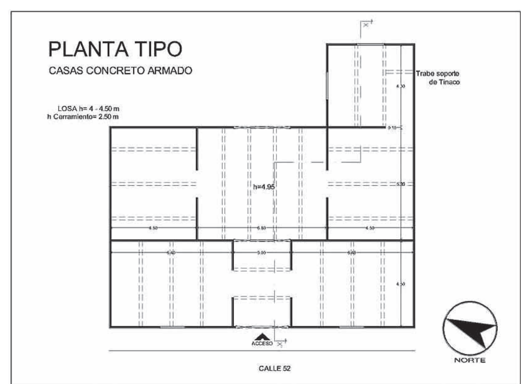


Figura 7
Planta arquitectónica de una vivienda individual. El sistema dúplex se forma haciendo espejo sobre la crujía vertical. Levantamiento: Autor y David Sáenz. Dibujó: David Sáenz

sido totalmente modificadas en su interior para albergar oficinas y comercios, dos más han sido remozadas y ampliadas con escasas modificaciones al esquema original y están utilizadas como casas habitación, mientras que otras dos permanecen cerradas y la última alberga un local de servicios con alguna modificación en el vano de la puerta de acceso de la calle.

Descripción arquitectónica

Las casas están ubicadas al frente de los terrenos y alineadas al paramento de la calle dejando el resto del terreno como un patio posterior. Se observan dos soluciones arquitectónicas en planta, la primera, el de la vivienda ubicada al centro del paramento, presenta un esquema arquitectónico de patio central con la crujía frontal albergando el área social; las laterales y la posterior a las áreas privadas y de servicios; y, atrás aparece un segundo patio configurado por dos crujías laterales de servicios. La segunda solución corresponde a las seis viviendas restantes, que exhiben un esquema arquitectónico en forma de L. Las de los extremos son individuales mientras que las otras cuatro forman dos conjuntos dúplex. La planta arquitectónica individual consta de una doble crujía al frente y una crujía simple en un costado. De la doble crujía, la frontal consta de tres espacios, al centro está la sala de estar que conecta con los espacios extremos contenedores de las habitaciones; la parte posterior se relaciona con la frontal por otro espacio vestibular que conecta con el comedor y otra habitación; la crujía lateral contiene al espacio de cocina. Las dimensiones de los espacios varían de 4,50 × 6,30 m para las áreas social y vestibular; de 4,50 × 5,30 m para las áreas íntimas; y de 4,50 × 4,30 m para el área de servicios.

En una de las viviendas, en el interior de la primera crujía que mira al poniente, el dueño original tuvo que anteponer al muro de concreto armado, un muro de mampostería con el fin de evitar la transmisión del calor que absorbe el concreto del soleamiento exterior,[2]



Figura 8
Aplanados lisos y almohadillados en las fachadas frontales de las viviendas de concreto armado. (foto del autor)

evidenciando con esto la mayor de las desventajas de este material por ser un excelente conductor térmico y permitir el paso tanto del calor como del frío.

Las viviendas presentan fachadas eclécticas neoclásicas, características de este período, que rematan con cornisas superiores y balaustrada de concreto armado. El paramento de la vivienda central presenta un almohadillado sencillo, mientras que las demás viviendas exhiben los paramentos con aplanados lisos, mientras que los vanos de puertas y ventanas exhiben jambas, cerramientos y arcos con aplanados formando sillares en alto relieve.

En los trabajos de remozamiento de una de las viviendas, al retirarse las capas de pintura de muros, trabes y losas fueron descubiertas policromías en la parte superior de los muros y coloraciones de pintura en trabes y losas que da una idea de la decoración original que poseían los espacios interiores.

Los vanos de los espacios vestibulares exhiben claros cortos y medianos, y están rematados con cerramientos curvos, la altura máxima de estos elementos varía de 2,5 hasta 4,00 m, mientras que los vanos de ventanas tienen claros cortos y presentan cerramientos rectos de 2,50 m de altura.



Figura 10
Detalle del espesor y armado de un muro de concreto armado de una de las viviendas de la calle 52. (foto del autor)

Descripción constructiva y estructural

No fue posible observar directamente los cimientos de las viviendas, sin embargo, el encargado de la obra de remodelación de una de ellas comentó que al demoler los pisos y nivelar el relleno observó la corona de las contra trabes de concreto de los cimientos. La cimentación bien pudo haber sido resuelta con losas de cimentación como las propuestas por Rebolledo para los suelos muy compresibles de la ciudad de México, o bien con zapatas corridas que son pertinentes de utilizar para suelos de gran resistencia a la compresión como el de la ciudad de Mérida.



Figura 9
Policromías y pintura original en muros, trabes y losas de una vivienda. (foto del autor)

Las viviendas están construidas con muros de concreto armado de 10 cm de espesor y están armados con varillas lisas entre ¼” y 5/16” de diámetro, a cada 25 o 30 cm de separación en ambos sentidos de la cuadrícula, y tienen una altura de 4,50 m. Rebolledo recomendaba que los muros de *betón* armado podían tener mínimo 8 cm de espesor y armados con varillas de acero formando un conjunto monolítico indeformable, resistente a la acción de los temblores y a prueba de fuego. El especialista también mencionaba que los muros de 8 cm cargan 20 t/m y los de

20 cm 50 t/m y que por los espesores los muros son ligeros haciendo menos costosos los cimientos, además indicaba el ingeniero Rebolledo que los muros son como vigas de gran peralte que resisten cualquier esfuerzo anormal que provenga de una desnivelación (Rebolledo 1904).

La vista de los paramentos de los muros sin aplanados se observa lisa, sólo se aparecen pequeñas fisuras horizontales que prácticamente corresponden con la separación a la que se encuentran las varillas horizontales de los armados del muro y que pudieran haber sido producidas por la oxidación del acero aunque no aparecen fisuras verticales, por lo que posiblemente indican las juntas constructivas producidas por los moldes de la cimbra. Al ser las fisuras casi imperceptibles se podría suponer que la cimbra empleada fueran moldes metálicos colocados horizontalmente uno sobre otro hasta alcanzar la altura prevista.

Este procedimiento constructivo difiere de los empleados en décadas posteriores en el cimbrado de muros para casa monolíticas de concreto armado, en donde los moldes fueron colocados verticalmente y la altura del molde correspondía con la altura de los muros (Aguirre 1957, 181-182). Actualmente se sigue usando de esta forma en las viviendas de concreto armado de un nivel en los nuevos fraccionamientos de la periferia de la ciudad de Mérida.

Las losas exhiben las mismas características físicas de los muros en cuanto a espesor del concreto y armados de acero (figura 11). Las losas descansan en una serie de trabes que están colocadas en el sentido del claro corto de los espacios (figura 12). No se alcanzaron a apreciar fisuras en el lecho bajo de las losas, es de suponer que la cimbra empleada también fue metálica compuesta de láminas y soportadas por un andamiaje metálico o de madera. En el espacio de la cocina hay un juego de trabes que además de sostener a la losa sostenían al tinaco que se encontraba en la azotea.



Figura 11
Detalle de espesor y armado de una losa de concreto armado en una de las viviendas. (foto del autor)



Figura 12
Detalle del entablerado formado por las trabes soportantes de las losas de concreto armado. (foto del autor)

Conclusiones

Hasta el momento no se ha podido localizar en otras partes de la ciudad más viviendas con esta temporalidad que hayan sido construidas con concreto armado. Posiblemente este sistema constructivo no tuvo una continuidad, por una parte por presentar desventajas en el confort ambiental al interior de los espacios, y por otra por la falta de apropiación y la desconfianza natural hacia un sistema que tenía elementos de soporte muy esbeltos, que comparados con los procedentes de la tecnología tradicional lo hacía parecer muy endeble.

Sin embargo, los ejemplos descritos nos muestran los intentos modernizadores de una parte de la sociedad embebida en el proceso modernizador del país y del estado. Proceso que se observaba en el mejoramiento de la infraestructura urbana y la construcción de edificios de equipamiento y de otros géneros arqui-

tectónicos, que aunque no adoptaron la tecnología del concreto armado en su totalidad si la incorporaron a la tradicional principalmente en la utilización de elementos de apoyos aislados y horizontales, y de cubierta.

Sobre este momento histórico-tecnológico todavía hace falta mucho por investigar. Aunque se han encontrado en archivos y publicaciones de la época cierta información que permite inferir algunos aspectos tecnológicos, hace falta mayor acopio de documentación relativa a las especificaciones y el procedimiento constructivo de las edificaciones construidas con concreto armado y particularmente de las viviendas estudiadas en este trabajo. Así mismo, hace falta mayor profundidad en el trabajo de campo relativo a la ejecución de calas que permitan observar con detalle a los elementos estructurales de cimentación.

Es de desear que este tipo de trabajos sirvan como avanzada para futuras investigaciones sobre la tecnología constructiva histórica que coadyuve a la comprensión integral de los fenómenos arquitectónicos de cualquier época y región.

Notas

1. En la restauración de la fachada de la casa del Adelantado, efectuada en 1998, fueron retiradas las capas de pintura que cubrían a estos elementos dejando al descubierto el concreto con el que fueron fabricados y que presenta una coloración integrada a la mezcla que subsiste hasta la fecha. En la moldura de concreto que remata al rodapié de la fachada se tomó una muestra para observar las características del material, la pieza exhibió una granulometría muy fina de los agregados y una excelente factura que demuestra la calidad de los materiales y de la fabricación que se tenía en ese momento (Román 2008).
2. Entrevista efectuada en 2001 al propietario durante el trabajo de campo de la primera etapa del registro de predios para el Catálogo de Monumentos Históricos del Municipio de Mérida del INAH-México.

Lista de Referencias

Archivos

Archivo General del Estado de Yucatán (AGEY). Mérida, Yucatán, México. Fondo: Municipios, Sección: Mérida. Fondo: Poder Ejecutivo, Secciones: Fomento y Gobernación.

Bibliografía

Aguirre Cárdenas, Jesús. 1957. «Procedimiento constructivo empleado en las casas monolíticas de esta unidad». En *Arquitectura México*, 59: 180-183.

Castillo Zavala, Carlos. 2000. *Concreto. Diseño elástico*. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

González Lobo, Carlos. 1996. «Las nuevas tecnologías». En González Gortazar, Fernando, coord. *La arquitectura mexicana del siglo XX*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 377-418.

Katzman, Israel. 1963. *La arquitectura contemporánea mexicana: precedentes y desarrollo.* México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Katzman, Israel. 1993. *Arquitectura del siglo XIX en México.* México: Trillas.

Montejo Baqueiro, Francisco D. 1981. *Mérida en los años veinte*. Mérida, Yucatán: Maldonado.

Rebolledo, Miguel. 1904. *El betón armado sistema Hennebique patentado sus aplicaciones en la República*. México: El Lápiz del Águila.

Román Kalisch, Manuel Arturo. 2007a. *La transición tecnológica de Yucatán a fines del siglo XIX y principios del XX.* Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán, 134-147.

Román Kalisch, Manuel Arturo. 2007b. *Innovaciones tecnológicas. La arquitectura posrevolucionaria de Yucatán.* Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán, 116-127.

Román Kalisch, Manuel Arturo. 2008. «Restauración de la portada de la casa del Adelantado Francisco de Montejo en Mérida, Yucatán». *Boletín de Monumentos Históricos*, 13:16-26.

Sánchez Ricalde, Luis David. 2012. *Concreto reforzado: diseño plástico*. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

Suárez Molina, V. M. 1977. *La evolución económica de Yucatán a través del siglo XIX*. Mérida: Universidad de Yucatán.

Torres Torija, Antonio. 1895. *Introducción al estudio de la construcción práctica*, México: Secretaria de Fomento.

Vega González, Rubén Antonio. 2012. *La industria de la construcción en Yucatán. Su origen y repercusión en la arquitectura de las haciendas*, Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

Vega González, Rubén. 1997. «El primer edificio de concreto armado de la República. La ferretería El Candado en Mérida, Yucatán». *Cuadernos de arquitectura de Yucatán*, 10: 1-16.

Las primeras aplicaciones del cemento armado en la producción arquitectónica del Uruguay

Carola Romay Prevosti
Daniel Primucci Firpo

Las primeras décadas del siglo XX representaron para el Uruguay un período de transición en el campo de la arquitectura, caracterizado por la coexistencia de los cánones eclécticos y de las *ideas de Vanguardia*, que daría paso más tarde a la consolidación de la arquitectura moderna local. Esta transición alcanzó no sólo a la producción privada sino también a las obras de carácter público, ejecutadas primero desde el Ministerio de Fomento y posteriormente desde el Ministerio de Obras Públicas (MOP), creado en 1907. En este sentido corresponde señalar que es justamente en este período, en que se produce un importante crecimiento en materia de infraestructura nacional, representado por la construcción y puesta en servicio de múltiples tramos carreteros, puentes y obras portuarias, así como diversos edificios vinculados a industrias y usinas del estado.

En todos los casos, más allá del programa arquitectónico al que se haga referencia, fue determinante en la evolución de las formas compositivas y funcionales de la arquitectura local, la influencia de las tendencias arquitectónicas de los países europeos, así como el alto flujo de importaciones que permitió disponer de materiales y maquinaria que la tímida industrialización nacional era incapaz de suministrar. A estos factores debe sumarse la consolidación de un cuerpo de activos profesionales nacionales, egresados de la Universidad de la República, cuya formación, en virtud del carácter exhaustivo y actualizado de los programas de estudio, alcanzaba niveles académicos equiparables a los de los más reconocidos centros de formación técnica internacionales.

Desde un punto de vista tecnológico, puede afirmarse que la transición en el campo arquitectónico público y privado, fue en gran medida posible gracias a la introducción del cemento hidráulico para la fabricación de piezas de cemento armado, con el cual fueron ejecutadas las «nuevas» estructuras resistentes, sustituyendo los sistemas tradicionales basados fundamentalmente en el empleo de muros portantes, columnas de hierro fundido y entrepisos de piezas cerámicas sobre perfiles metálicos. El cemento no ofrecía solamente nuevas libertades en el diseño de las estructuras al reducir las secciones de los elementos, sino también otras prestaciones como la resistencia al fuego y su durabilidad. Una clara señal de la relevancia asignada a este nuevo material queda marcada por su incorporación en 1906, a los contenidos temáticos del curso Resistencia de materiales, que impartía en esa fecha la Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas, donde se formaban ingenieros y arquitectos.

A pesar del consecuente rol protagónico de este nuevo material estructural, la historiografía de la arquitectura local de comienzos del siglo XX ofrece escasas referencias sobre sus características tecnológicas, omitiendo por ejemplo consideraciones sobre las clases y calidad de los cementos (cuya producción nacional se inició en 1911) o sobre los criterios de dosificación y elaboración de los hormigones destinados a piezas de cemento armado. Diferente es el escenario en materia de obras públicas de ingeniería, ya que el MOP publicó periódicamente los respecti-

vos recaudos y pliegos de licitación, las cotizaciones de los oferentes y los informes de avances de obra, a través de las revistas de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos del Uruguay y de la Asociación Politécnica del Uruguay.

Con el interés de integrar los aspectos técnicos del cemento armado al relato de la historia de la arquitectura nacional de principios del siglo XX, incluyendo consideraciones vinculadas a los materiales y los procesos constructivos, se presentan y analizan en este artículo, datos relativos al origen y características de los cementos empleados, a los criterios de dosificación y elaboración del hormigón y a algunos de los sistemas en cemento armado patentados en el extranjero y en el Uruguay, que tuvieron aplicación en obras locales. La información ha sido recabada entre otras fuentes, de revistas de arquitectura e ingeniería, boletines científicos, recaudos técnicos de diversas obras construidas, memorias constructivas de organismos públicos, archivos técnicos y libros, publicados o registrados entre 1891 y 1938. Las apreciaciones sobre obras construidas han sido desarrolladas adoptando el criterio de ejemplificación, a partir de algunos casos destacados por las razones que se explican oportunamente.

Se espera a través de este trabajo, contribuir a ampliar la mirada histórica sobre la producción arquitectónica nacional del período abordado y aportar nuevos parámetros de valoración que permitan una más completa consideración de su valor arquitectónico integral.

Cementos: una dura competencia

El empleo del cemento portland en Uruguay para la construcción de estructuras resistentes en cemento armado, estuvo vinculada en sus inicios, finales del siglo XIX y primeros años del siglo XX, con la utilización de un número significativo de cementos extranjeros.

En efecto, Alemania, Francia, Estados Unidos, Inglaterra, entre otros, exportaron durante esos años sus cementos al Uruguay, para ser destinados a la ejecución de un importante número de edificios particulares y especialmente a obras de infraestructura con relevancia nacional, dirigidas por los organismos públicos. Hacia 1911, entre estas últimas pueden citarse puentes carreteros, muelles, diques, canalizaciones, galpones industriales, edificios administrativos y depósitos portuarios (Capurro 1911, vol. 5, n° 33: 3-12).



Figura 1
Aviso publicitario del cemento portland nacional superior Metzen (Almanaque del Labrador, 1915. Banco de Seguros del Estado)

Recién en julio de 1911 se instaló en la zona de Sayago en Montevideo, la empresa Metzen Vincenti y Cía, fabricante del primer cemento local denominado: Cemento portland nacional superior Metzen. Este estableció competencia con los productos extranjeros, aunque sin alcanzar a desplazarlos del mercado local (figura 1). La empresa contaba inicialmente con un horno cuya producción alcanzaba los 80000 kg diarios y comenzó a comercializar su producto en julio de 1912. Ya en 1914 había incorporado un segundo horno capaz de producir 120000 kg diarios. La cal provenía de la cantera del Verdún, cercana a la ciudad de Minas, mientras que las arcillas eran extraídas del mismo predio de Sayago y el yeso, único material importado, procedía de Alemania (García 1929, 9: 302-312).

En junio de 1919 la empresa fue vendida a la *International Portland Cement Corporation*. Esta comercializó su producto con la marca Artigas a partir de julio de ese mismo año. El Libro del Centenario de 1923 hace mención expresa a la calidad del cemento Artigas, señalando que el mismo era útil a muy diversas obras, entre las que se incluyen algunas en Montevideo (teatro Zabala, tribunas del hipódromo de Maroñas, edificio del Correo, chimeneas de la Usina de basura, edificio del Jockey

Denominación (origen)	Solicitante	años en que fueron ensayados en el IEM
Metzen (Nacional)	Metzen Vincenti y Cía. / Dirección de Vialidad MOP / Dirección del Puerto de Mvdeo. /Obras sanitarias de la Nación - Argentina	1912-1918
Railway Brand	Sr. R. Janssen	1912 / 1914
White (Londres - Inglaterra)	Dirección del Puerto de Montevideo / Dirección de Vialidad MOP / Armour del Uruguay S.A.	1912-1914 / 1918-1919
Antwerp Cathedral	Dirección del Puerto de Montevideo	1912
La Desvroise (Francia)	Dirección del Puerto de Montevideo	1912
Puente	Ings. Monteverde y Fabini	1912-1913
Excelsior	Dirección de Vialidad – MOP	1912
Atlas (EEUU)	Sin datos	1912
Ponton	Dirección de Vialidad – MOP	1913
Tres torres	Dirección del Puerto de Montevideo	1913
Union Jack	Usina Eléctrica del Estado	1913
Lonquety (Francia)	Dirección de Hidrografía – MOP	1913/1917
Pyramid	Dirección de Hidrografía – MOP	1913
Alsen (Alemania)	Dirección de Hidrografía – MOP	1913
Heidelburg	Dirección de Hidrografía – MOP	1913
Lechuza (Alemania)	Dirección del Puerto de Montevideo	1913
Tour (Trieste)	Arnoldo Wolff	1914
Corona (Alemania)	Sr. Restorff	1914
Lucero	Hufnagel Plottier y Cía. (Barraca Americana)	1914
Lehigh (Pensilvania, EEUU)	Hufnagel Plottier y Cía. (Barraca Americana)	1915
Peters (Alemania)	Adams y Shaw / Armour del Uruguay S.A.	1917-1919
Bandera sueca (Suecia)	S. Ohlsen y Cía. / Adams y Shaw	1916-1917
Canadá (Canadá)	Sin datos	1919
Artigas (Nacional)	Compañía Uruguaya de Cemento Portland	1919-1920
Alpha (Pensilvania, EEUU)	Portalis y Cía. Ltda.	1920

Tabla 1
Denominación, origen y datos referidos a los ensayos de cementos. (Archivo IEM, 10/1912-12/1920)

Club, fábrica de Alpargatas, sede del Banco República en el barrio La Unión y planta de la Compañía de cementos en Sayago, etc.) y otras vinculadas a establecimientos productivos dispersos en todo el territorio, (silos, tanques, bebederos, etc.) (López Campaña 1923,722).

La segunda década del siglo XX se caracterizó entonces por la coexistencia del cemento nacional con marcas extranjeras, lo cual promovió lógicamente la competencia por cubrir una demanda acorde con la gran escala de las obras estatales y la creciente consolidación del cemento armado entre los ingenieros y arquitectos que operaban en el ámbito privado. Esto determinó la necesidad de establecer estudios comparados acerca de sus propiedades. Es justamente este escenario el que marca el inicio de la actividad del Instituto de Ensayo de Materiales (IEM), que operó desde 1912 en la Universidad de la República y constituyó un referente para el MOP a los efectos del control de calidad de los cementos, llevando adelante los ensayos físicos, químicos y mecánicos correspondientes.

El archivo de ensayos conservados en el IEM, pone a disposición información relativa a la denominación de los cementos y en algunos casos, datos sobre su origen y los solicitantes de los ensayos, los cuales se recogen en la tabla 1, abarcando el período octubre 1912 - diciembre1920, junto a la referencia de los años en que figuran resultados de ensayo para cada uno de los cementos identificados.

Al margen del listado antes presentado corresponde mencionar la comercialización del cemento inglés Palma, importado por H. Ellis y Cía. al menos desde 1918 de acuerdo a la Revista Arquitectura de ese año, del cemento Phoenix introducido por la casa importadora Juan Shaw en 1920 y la existencia del cemento Alpha ya en 1916, de acuerdo a la publicidad incluida en la revista Montevideo Edilicio de enero de ese año.

Hasta que no fuera promulgado en 1921 el decreto relativo a las «condiciones de admisión del cemento portland» por el MOP, los resultados de ensayo obtenidos en el IEM fueron útiles únicamente a los efectos de cumplir con los requisitos establecidos unilateralmente por las oficinas técnicas estatales, en base a criterios no siempre consensuados o por los arquitectos e ingenieros proyectistas de obras civiles particulares. Ejemplos de los primeros pueden encontrarse en las condiciones que establecía la Dirección de Arquitectura para los cementos aplicables a obras edilicias, detalladas en la Memoria Constructiva General de esa oficina, publicada en 1913. Según este documento la resistencia a tracción del cemento, evaluado sobre probetas de mortero, debía alcanzar el valor de 11kg/cm² y 18 kg/cm² a 7 y 28 días (Ministerio de Obras Públicas 1913). En contraposición a estas disposiciones cuantitativas entre los profesionales independientes se observa en general, la práctica de indicar referencias cualitativas, como por ejemplo: «cementos de buena calidad» o expresamente las marcas admitidas. Este tipo de referencia lógicamente no resulta explícita respecto a los valores de resistencia requeridos ni a la trabajabilidad esperada de las mezclas elaboradas con estos cementos.

Tomando como punto de partida los registros del IEM, en la tabla 2 se presentan los resultados de los cementos que fueron ensayados entre octubre de 1912 y diciembre de 1920. Se incluyen los valores de resistencia a tracción *ft* (kg/cm²) determinados en la máquina de *Michäelis* y a compresión *fc* (kg/cm²) sobre probetas de 31,3 cm² de área, ensayadas en «mortero normal» (3 partes de arena y 1 parte de cemento portland en peso) a 7 y 28 días de edad, así como el tiempo inicial y final de fraguado (hs:min).

	Cemento	ft 7 días	ft 28 días	fc 7 días	fc 28 días	Inicio Frag	Final Frag.
1912	Metzen	Prom. de 2 ensayos: 28,31	Prom. de 2 ensayos: 34,17	Prom. de 2 ensayos: 346,5	Prom. de 2 ensayos: 448,5	3:12 2:00	7:00 3:40
	Railway Brand	24	27,88	238	370	2:25	5:20
	La Desvroise	36,12	42,87	455	667	3:15	6:45
	Puente	21,25	28,50	247	391	Sin datos	Sin datos
	Excelsior	21,38	26,00	230	294	Sin datos	Sin datos
	Ponton	Prom. de 2 ensayos: 15,4	12,85	Prom. de 2 ensayos: 71,2	51,00	Sin datos Sin datos	Sin datos Sin datos
1913	Metzen	Prom. de 2 ensayos: 19,81	Prom. de 2 ensayos: 25,37	Prom. de 2 ensayos: 216,5	Prom. de 2 ensayos: 344	2:30 3:10	4:30 7:15
	White Bros	Prom. de 2 ensayos: 17,0	Prom. de 2 ensayos: 18,87	Prom. de 2 ensayos: 116,5	Prom. de 2 ensayos: 195,5	4:15 3:45	7:00 7:15
	Puente	17,75	24,5	212	305	15:45	19:00
	Ponton	10,25	12,85	45,4	51	Sin datos	Sin datos
	Union Jack	12,50	Sin datos	152	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Lonquety	Prom. de 2 ensayos: 18,49	Prom. de 2 ensayos: 22,75	Prom. de 2 ensayos: 167,0	Prom. de 2 ensayos: 285,5	Sin datos 4:05	Sin datos 8:20
	Pyramid	18,87	23,62	296	392	4:25	6:25
	Alsen	24,37	30,75	305	501	4:00	8:30
	Heidelburg	22,5	24,75	243	428	4:00	8:45
	Lechuza	21,0	24,37	377	329	Sin datos	Sin datos
1914	Metzen	24,75	31,62	397	614	1:00	3:07
	Railway Brand	24	27,88	238	370	2:25	5:20
	White Bros	Prom. de 2 ensayos: 19,06	Prom. de 2 ensayos: 23,16	Prom. de 2 ensayos: 262,5	Prom. de 2 ensayos: 385,5	Sin datos Sin datos	Sin datos Sin datos
	Tour	15,25	18,50	263	334	2:00	5:45
	Corona	21,37	25,25	264	406	2:00	10:35
1915	Metzen	Prom. de 3 ensayos: 22,79	Prom. de 3 ensayos: 28,74	Prom. de 3 ensayos: 316,3	Prom. de 3 ensayos: 440,7	s/d /3:30 /2:30	s/d/ 10:00/ 9:00
	Lehigh	22,37	34,00	280	418	3:20	10:30
1916	Metzen	Prom. de 3 ensayos: 23,25	Prom. de 3 ensayos: 30,49	Prom. de 3 ensayos: 302,3	Prom. de 3 ensayos: 507,7	3:30 /3:00 /0:55	8:15 /8:00 / 9:25
	Bandera Sueca	Prom. de 2 ensayos:21,25	Prom. de 2 ensayos:30,5	Prom. de 2 ensayos:377,5	Prom. de 2 ensayos:552,0	2:45 3:45	7:50 11:30
1917	Metzen	Prom. de 7 ensayos: 20,64	Prom. de 7 ensayos: 27,15	Prom. de 7 ensayos: 343,6	Prom. de 7 Ensayos: 491,3	4:15/1:00/1:59/2:25/2:40/2:25/3:10	10:45/9:40/9:05/8:55 8:40/10:55 10:40
	Lonquety	24,62	33,25	362	563	4:45	11:00
	Bandera Sueca	22,50	31,87	359	538	2:20	8:30
	Peters	20,75	24,75	263	371	3:20	10:40
1918	Metzen	Prom. de 12 ensayos: 22,46	Prom. de 12 ensayos: 26,82	Prom. de 12 ensayos: 395,94	Prom. de 12 ensayos: 525,44	1:55/1:00/2:25/1:50 /2:25/2:10/s/d/1:20/1:15/1:20/2:20/2:25	7:20/9:20/8:25/6:50/8:10/7:23/s/d /8:15/6:45/8:50/8:20/8:40/
	White	21,875	26,25	280,75	404	2:25	6:25
	Peters	19,125	26,625	309,75	439,25	4:00	8:23
1919	White	Prom. de 2 ensayos: 23,50	Prom. de 2 ensayos: 28,87	Prom. de 2 ensayos: 354,1	Prom. de 2 ensayos: 466,0	2:20 2:10	7:05 6:55
	Peters	23,75	29,50	322,75	429	2:0	10:25
	Artigas	Prom. de 2 ensayos: 25,25	Prom. de 2 ensayos: 31,94	Prom. de 2 ensayos: 399,1	Prom. de 2 ensayos: 557,0	2:25 1:15	10:25 9:55
	Canadá	29,125	34,75	462,5	571,25	2:20	10:20
1920	Alpha	25,00	30,50	428	537	1:00	8:00
	Artigas	24,00	31,50	415,25	573,25	2:45	10:00

Tabla 2
ft (kg/cm²), *fc* (kg/cm²) y tiempo de fraguado de cementos, oct.1912 - dic.1920. (Archivo IEM)

Como puede observarse el cemento nacional (Metzen o Artigas) fue el único que permaneció en el mercado a lo largo de todo el período, mientras que los cementos importados fueron menguando en cantidad y variando de origen en función de las dificultades productivas y comerciales derivadas de la primera guerra mundial. La figura 2 muestra la evolución de la producción nacional de cemento entre 1912 y 1920. Al respecto, es interesante señalar que la Revista de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos del Uruguay en 1918, publicó una queja firmada por técnicos y empresarios con relación al costo desmesurado del cemento nacional que había casi triplicado su precio de venta en cuatro años, en coincidencia con el desarrollo de la primera guerra mundial, pasando de 20 pesos en 1914 a 54 pesos los mil kilos en 1918, aprovechando la nula competencia y aduciendo, según los denunciantes, mayores gastos en la importación de combustible para alimentar los hornos (Ponce et al. 1918, Año XII, n.º 1: 3-10).

Del análisis de los resultados de ensayo y tomando en cuenta como parámetro de comparación la resistencia a tracción, que sería más tarde adoptada como indicador de calidad, puede inferirse que la produc-

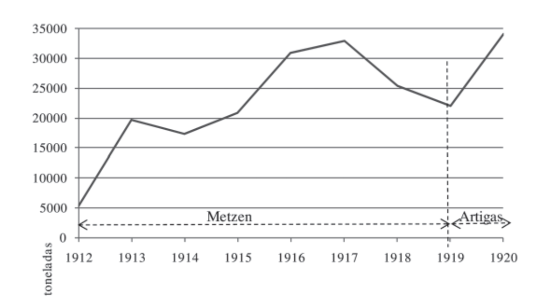


Figura 2
Producción de cemento nacional, 1912-1920. (Elaboración propia, basada en García 1929)

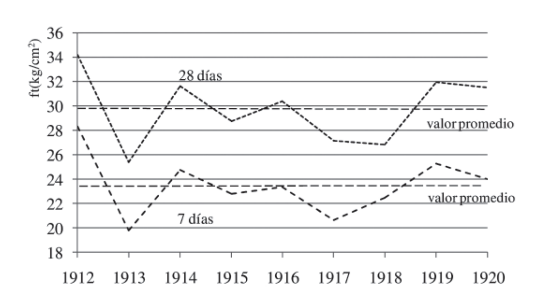


Figura 3
Evolución de la resistencia a tracción del cemento nacional, 1912-1920. (Elaboración propia)

ción nacional superó o igualó las prestaciones mecánicas promedio de los cementos importados en 1914, 1916 y 1918. Por el contrario, resultó de inferior calidad en 1917 respecto al cemento alemán, francés y sueco. En los restantes años el cemento nacional tuvo competidores de mejor y peor desempeño, advirtiéndose especialmente algunos productos de escasa resistencia (Pontón y Unión Jack). Los comentarios del director del IEM sobre su propuesta de diferenciar en el precio a aquellos cementos que obtuvieran mejor desempeño, con la intención de eliminar de la plaza los cementos de «calidad inferior», confirman la existencia en el mercado nacional de productos de muy diferente comportamiento («La normalización...»1938, 243).

Esto deriva en parte de la variabilidad de la producción, que incluye también a los cementos Metzen y Artigas en el período comprendido entre 1912 y 1920. Una cuantificación de esta dispersión de la producción puede obtenerse evaluando para los 7 días de edad de estos cementos su valor de resistencia a tracción medida en morteros, la cual oscila entre 15,6 % por debajo del valor promedio del período (23,48 kg/cm^2) y 20,5 % por encima del mismo valor. Para los 28 días de edad, estos porcentajes alcanzan valores de 14,7 % y 14,9 % respectivamente, en función de un valor promedio de 29,74 kg/cm^2 (figura 3).

Finalmente, en febrero de 1921,el MOP promulgó el decreto relativo a las «condiciones de admisión del

Requisitos químicos	**Requisitos físicos**	**Requisitos mecánicos**
$CaO/(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3) \geq 1,7$	Peso específico ≥ 3,1	Resistencia a tracción de la pasta a 7 días de edad > 30 kg/cm^2
SO^3 <2%	Residuo s/tamiz 900 mallas/cm^2 < 2%	Resistencia a tracción de la pasta a 28 días de edad > 35 kg/cm^2
Residuo insoluble < 0,85 %,	Residuo s/ tamiz 4900 mallas/cm^2 < 15%	Resistencia a tracción del mortero a 7 días de edad > 12 kg/cm^2
MgO < 4%	Inicio fraguado: > 35 min	Resistencia a tracción del mortero a 28 días de edad > 16 kg/cm^2 (superando en un mínimo de una unidad el valor de 7 días)
Materias extrañas < 3%	Final fraguado: 3 a 10 h	
	Deformación en caliente < 10mm	

Tabla 3
Principales requisitos impuestos al cemento, MOP 1921. («La normalización...» 1938)

cemento portland». A partir de entonces, los resultados de ensayo obtenidos en el IEM pasaron a constituir garantía del cumplimiento de los requisitos técnicos, exigidos tanto para los cementos nacionales como para los importados (tabla 3).

Las frecuentes consultas técnicas formuladas desde el MOP al IEM a partir de 1921,denotan que la aplicación de este decreto dio lugar a un mayor control técnico e implicó la evaluación de las cementos por partidas (unidades de producción) echando por tierra el criterio de aceptación por marcas aplicado hasta ese momento. En palabras de la dirección del IEM en julio de 1921: «La fórmula impuesta consiste pues en obligar a que se verifique la calidad del cemento, partida a partida, relegando a un plano secundario la marca del mismo. Es indudable que este es el medio más eficaz para impedir que se emplee material que no reúna todas las condiciones exigidas, porque no siempre la marca de un cemento constituye, por sí sola, una garantía suficiente de la constancia en las propiedades físicas, mecánicas y químicas del producto» («La normalización...» 1938).

Estas mismas autoridades del instituto fueron quienes tuvieron a su cargo la discusión técnica que respaldó las modificaciones que sufrió el decreto original en los años subsiguientes. Algunas de ellas respondieron al mayor conocimiento del material, en virtud de los avances alcanzados en el extranjero y otras, fueron motivadas por la presión ejercida por fabricantes e importadores de cemento frente a resultados de ensayo adversos que implicaban el rechazo de sus productos. Es así que entre la fecha de su promulgación y el año 1929 se eliminaron algunos de los requisitos y se variaron en más y en menos algunos de los valores límites exigidos. La tabla 4 da cuenta de estas modificaciones.

Tomando como referencia el valor de resistencia a tracción a 7 y 28 días de edad, fijado por el decreto original y comparando los resultados de ensayo de los cementos del período 1912-1920, puede advertirse que el cemento Pontón no resultaba admisible. Por su parte los cementos Tour, Unión Jack y Puente no lo eran frente a este mismo requisito a 7 días de edad, si se compara con los valores aceptados en el decreto vigente en 1923. Si se considera adicionalmente el factor tiempo inicial y final de fraguado, el incumplimiento se detecta para los cementos extranjeros en las marcas Puente en 1913, Corona en 1914, Lehigh en 1915, Lonquety en 1917, Peters en 1917 y 1919 y Canadá en 1919. En los cementos nacionales el incumplimiento se registra en algunas partidas mensuales de Metzen de los años 1915, 1916 y 1917, y de Artigas en 1919 y 1920.

Si las dos primeras décadas del siglo XX estuvieron marcadas por la variedad de cementos disponibles, la década siguiente no fue una excepción. Por el contrario, el número de cementos importados aplicados en el país se incrementó llegando a detectarse más de 28 nuevas marcas diferentes. A escala edilicia, las estructuras en cemento armado abandonaron finalmente su vínculo con los sistemas portantes en piedra para cimentaciones y muros de contención, con las columnas de hierro fundido, con las vigas metálicas y las bovedillas cerámicas en entrepisos y azoteas, para adquirir total protagonismo en todos los componentes estructurales. De esta manera el cemento armado constituyó la clave tecnológica que sustentó una arquitectura ávida por exhibir amplias fachadas vidriadas e interiores sin interrupciones.

fecha	**Peso espec.**	**Retenido tamiz**		**Fraguado**		**Def. en caliente**	**Resistencia a tracción kg/cm^2**			
		900 mallas/cm^2	4900 mallas/cm^2	Inicio min	Final Hs		Pasta norm. 7d	Pasta norm. 28d	Mortero 7d	Mortero 28 d
02/1921	3.1	2%	15%	35	3-10	<10 mm	30	35	12	16
11/1921	3.1	2%	17%	35	3-10	<10 mm	30	35	12	16
05/1923	3.1	1%	17%	35	3-10	<10 mm	Suprim.	Suprim.	18	Suprim.
11/1923	3.1	1%	17%	35	3-10	<10 mm	Suprim.	Suprim.	16	Suprim.
03/1929	Suprim.	1%	12%	35	3-10	<10 mm	Suprim.	Suprim.	22	Suprim.

Tabla 4
Modificaciones al decreto sobre requisitos impuestos al cemento portland. («La normalización... » 1938)

La producción en obra

La dosificación sugerida para la elaboración en obra del hormigón aplicado a las piezas en cemento armado, así como el procedimiento práctico recomendado para su mezclado, durante los años estudiados, han quedado documentados por ejemplo en la Memoria Constructiva del MOP de 1913 y de manera dispersa en las memorias constructivas de múltiples obras edilicias.

El primero de los documentos hacía referencia a hormigones destinados a cemento armado, compuestos por 1 parte de cemento portland, 1,7 de arena y 3,7 de gravilla de dimensión máxima 0,02 m; mientras que para piezas sin armadura (cimientos, fundaciones de aljibes, pozos negros y cámaras sépticas), la composición variaba a 1 parte de cemento portland, 4 de arena y 7 de piedra partida de diámetro máximo 0,05 m. En cualquiera de los casos el volumen de agua a adicionar quedaba a criterio del responsable técnico.

Entre las memorias constructivas particulares puede mencionarse siguiendo un orden cronológico en primer lugar la que corresponde al edificio de Vicente Arizaga, de 1911, cuya azotea y entrepiso fueron construidos en cemento armado con hierro *Crenelée* (sección cuadrada dentada), dosificando la mezcla con 400 kg de cemento portland de «primera calidad», 800 dm^3 de pedregullo de partículas menores a 4,0 cm y 400 dm^3 de arena gruesa limpia. También de 1911 pero rectificado en 1912 para ajustar el diseño de la estructura al cemento armado, corresponde citar en segundo lugar, el Palacio Colón (figura 4), del empresario Rossell y Rius, proyectado por el arquitecto A. Brignoni. Los pilares, vigas, entrepisos y azotea fueron construidos en cemento armado, dosificando la mezcla con 1 parte de cemento portland Alsen, 2 partes de arena gruesa y 4 partes de pedregullo de partículas con diámetro entre 0,5 y 1,5 cm. La armadura resistente que acompañaba las columnas y vigas eran barras redondas de diámetros de 32, 25, 18 y 16 mm. En azoteas y entrepisos el espesor de las piezas resistentes era de 10 a 12 cm, con hierros redondos de 13 y 9 mm de diámetro.

Ya posterior a la aparición de la memoria del MOP, interesa citar el edificio conocido como Pablo Ferrando, proyectado por el arquitecto J. Tosi, destinado al primer Instituto Óptico Oculístico del Uruguay. Construido en 1916 hoy constituye un referente ar-



Figura 4
Fachada del Palacio Colón, 1983. (www.inventariociudadvieja.montevideo.gub.uy).

quitectónico de Montevideo (figura 5). Para esta obra se indicó un hormigón de cimientos de 1m^3 de pedregullo, 0,5 m^3 de arena y 200 kg de cemento y un hormigón para cemento armado de 0,8 m^3 de pedregullo, 0,5 m^3 de arena gruesa y 350 kg de cemento.

A estas referencias puede sumarse el cuadro presentando por el ingeniero M. Coppetti en 1915, incluyendo hormigones impermeables y hormigones hidráulicos. Los primeros estaban indicados para obras sometidas a subpresiones de agua y se conformaban por 1 parte de cemento portland, 2 de arena y 3 de gravilla, o bien, cuando se trataba de construcciones en cemento armado se componían por 1 parte de cemento portland, 1,7 de arena y 3,7 de gravilla, de acuerdo al «dosaje» recomendado por Hennebique. Los segundos se destinaban a cimientos y pilares formados por 1 parte de cemento portland, 3 de arena y 5 de gravilla o bien para obras de menor re-

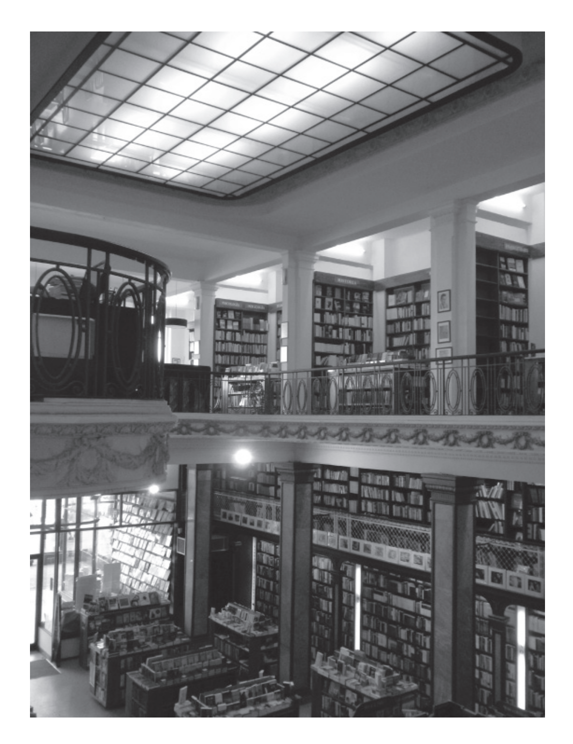


Figura 5
Interior del edificio Pablo Ferrando, 2010. (www.inventariociudadvieja.montevideo.gub.uy).

sistencia que las anteriores pasando a proporciones de 1 parte de cemento portland, 4 de arena y 7 de gravilla (Coppetti 1915).

Con relación al método de mezclado, corresponde señalar que no figuran en ninguno de los documentos analizados, comentarios respecto al orden de incorporación de los materiales y a los tiempos de mezclado. Se sabe que en la segunda década del siglo XX se comercializaba en el país una serie de mezcladoras simples y volcadoras, marca Ransome, importadas por General Electric, instalada desde 1916, dato que permite inferir que las obras de cierta entidad aplicaban esta maquinaria para alcanzar el «mezclado homogéneo» habitualmente indicado.

Sobre la etapa pos colocación y de acuerdo a las recomendaciones de la Compañía Uruguaya de Cemento Portland, publicada en las revistas de la Asociación Politécnica del Uruguay de 1925, puede advertirse la relevancia asignada al curado del hormigón. Se indicaba al respecto que la resistencia a compresión de un hormigón 3:2:1 (3 partes de agregado grueso, 2 de agregado fino y 1 de cemento portland Artigas) si se mantenían las condiciones de curado con arena húmeda, alcanzaba valores de 275 kg/cm^2 a 28 días de edad y 300 kg/cm^2 a los 50 días de edad. Por el contrario, cualquier otro sistema de curado reducía su capacidad mecánica. De la misma manera la propia compañía advertía la reducción en la resistencia provocada por la incorporación de agua en exceso expresando: «un litro de agua demás de la necesaria en una bolsa de cemento usada, debilita el poder y la resistencia, tanto como si 1 y 1/2 o 2 kilos de cemento fuera dejado de usar» («Un litro de...» 1925).

Puede inferirse de los datos antes indicados y a pesar de la relativa imprecisión en la prescripción de algunos de los aspectos técnicos, que la producción local, a través de la adopción y adaptación de las recomendaciones internacionales, reflejó la validez de los criterios y métodos de dosificación, selección de materiales, mezclado, colocación y curado que se imponían en el resto del mundo, consolidando así en su carácter innovador, su rol en el campo de la producción arquitectónica.

Sistematización y prefabricación

Una de las primeras referencias al empleo de métodos de producción sistematizados de piezas en cemento armado en el país, está relacionada con la construcción en 1891 del conventillo Lafone, edificio de vivienda colectiva para población de escasos recursos, en el cual fue aplicado el sistema Monier. Este ejemplo constituye no solo una novedad local sino que resulta incluso anterior a la introducción de este sistema en países europeos, como es el caso de España, cuya primera experiencia con el sistema Monier se corresponde con la construcción en 1893 de un depósito de agua en Puigverd, Lleida (Marcos et al. 2014).

Fue proyectado y calculado por el ingeniero Aquiles Monzani (egresado de la Real Academia Militar de Turín y calculista de las obras locales del destacado ingeniero L. Andreoni) quien aplicó este sistema contando para ello con el «privilegio del Superior Gobierno» de fecha 9 de septiembre de 1890. Los recaudos del proyecto y la imagen de la figura 6, tomada en el mo-

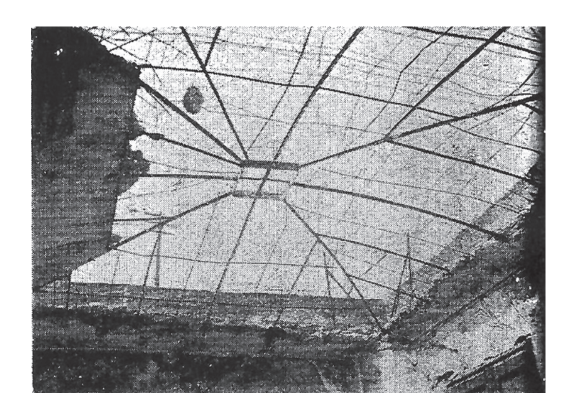


Figura 6
Demolición del Conventillo Lafone, 1943 (Instituto de Historia de la Arquitectura 1958)



Figura 7
Cigarrería La Republicana. (López Campaña 1923)

mento de su demolición en 1943, dan cuenta de que se trataba de una edificación extendida, de configuración formal simple y un único nivel, cuyas piezas resistentes estaban fabricadas con cemento portland, cal apagada, arena y pedregullo en proporción de 1:0,5:4:9 respectivamente, cubriendo un tejido de hierro previamente preparado. Los cimientos incluyeron la construcción de pilares de hormigón unidos por vigas que se integraban a las paredes del edificio, aplicando el hormigón al tejido de hierro. La cubierta por su parte adoptó forma abovedada, empleando en su construcción idénticos materiales.

Otro sistema empleado en el país fue el de la firma Hennebique, cuya difusión superó ampliamente al Monier, por ser aplicado tanto en obras viales públicas como en edificios industriales y residencias privadas. Estaba representado localmente por la renombrada firma de ingenieros Fabini y Monteverde, que figuran ya desde 1903 como agencia reconocida para el Uruguay en *Le Béton Armé, organe mensuel des Agents et Concessionaires*, boletín de la firma.

Entre las obras privadas es pertinente señalar la cigarrería La Republicana, por tratarse de uno de los primeros ejemplos de su aplicación junto con las residencias de C. Delamaría, A. Ricart, J. Monteverde, E. Monteverde y G. García, entre otras, en todos los casos encargadas a Fabini-Monteverde ingenieros. En este caso se trató de la propiedad del empresario francés J. Mailhos, quien encargó en 1907 la tercera sede de la fábrica ubicada en Montevideo (figura 7).

A estos dos sistemas pueden sumarse la existencia de una serie de componentes constructivos menores que se comercializaban en plaza, para la construcción de entrepisos y azoteas. En primer lugar puede mencionarse las piezas prefabricadas Azzolini, patentadas en 1915 por Alfredo Azzolini y publicitadas en la revista Montevideo Edilicio del mes de enero del año siguiente, poniendo de relieve sus virtudes en términos de: «gran liviandad unida a gran resistencia, disminución del peso de la obra y reducción de espacio para la pared, suma facilidad y prontitud del trabajo, incombustibilidad, absoluta aislación del calor, del ruido y la humedad, higiene perfecta, duración eterna y considerable economía» («Materiales de Construcción...» 1916, vol.1 n.°2:19). Estas piezas combinaban el cemento armado y mampuestos huecos de arcilla cocida, tipo ticholo, para crear piezas de menor densidad y aparentemente mayor resistencia que los sistemas macizos.

En segundo lugar debe hacerse mención a las Vigas *Siegwart*, ensayadas en el país por solicitud de Méndez Hnos. y Cía., para verificar su capacidad resistente y posteriormente publicitadas por esta firma como vigas y tirantes huecos de cemento armado. Los detalles de los ensayos referidos señalan que fueron evaluados tres diferentes tipos de perfiles cuya longitud varió entre 2,8 m, 3,25 m y 4,45 m contando con un ancho constante de 0,52 m en los tres casos («Crónica» 1910, vol.4, n° 2:139).

Por último, es necesario referirse a una variedad de bovedillas planas y curvas en cemento armado, que adoptaban la configuración tradicional de la bovedilla cerámica y que aparecen citadas en múltiples memorias constructivas de permisos de construcción. Del estudio de estos últimos documentos, puede inferirse que la adopción generalizada de piezas prefabricadas tanto como la aplicación de los sistemas patentados en cemento armado, alcanzaron en nuestro medio una muy amplia difusión.

Consideraciones finales

Con la producción nacional de cemento portland sólidamente instalada y la disponibilidad de barras de armadura y piezas prefabricadas de toda clase para dar respuesta a las exigencias de cada proyecto, ingenieros y arquitectos, tanto desde la órbita pública como la privada, consolidaron hacia el final de la segunda década del siglo XX, el uso del cemento armado como material estructural en nuestro país. Alcanzaron con ello seguramente algunas de las ventajas que se citaban en 1916:

> Pasando ahora a resumir las ramas de la construcción en que el cemento armado interviene con éxito, citaremos en primer lugar los edificios. Los destinados a fines industriales (fábricas, depósitos. etc.,) han sido los primeros en darle hospitalidad. Se han construido por medio de él vigas de grandes luces susceptibles de sobrecargas enormes; con secciones pequeñas y económicas por lo tanto, se han alcanzado grandes elevaciones en depósitos y los impuestos han bajado considerablemente en éstas obras...
>
> En fin, se construyen un 50 por 100 casi de los puentes con hormigón armado y en lo que a la edificación urbana se refiere, ¿quién, por poco observador que sea, no nota los enormes progresos del hormigón? («El cemento Portland» 1916).

Las obras y correspondientes fechas de construcción indicadas en este artículo ponen en evidencia en primer lugar que la aplicación del cemento armado en nuestro medio siguió muy de cerca, en términos temporales, a su desarrollo en el primer mundo, gracias a la constante actualización técnica de los profesionales locales, sustentada en una permanente e intensa labor de traducción, estudio y ejemplificación de normas, decretos y métodos de cálculo extranjeros y en la adecuación de los programas de estudio universitarios. Fue este espíritu progresista y científico, sin lugar a dudas, el que permitió alcanzar un nivel de formación competitivo frente a los ingenieros foráneos, quienes en virtud del acelerado crecimiento urbano, vial y portuario que caracterizó al período, se interesaron en actuar y trabajaron efectivamente en nuestro medio. En segundo lugar, denotan el creciente y paulatino voto de confianza de los profesionales en el cemento nacional, que salvo algunas pocas excepciones superó sostenidamente los requisitos exigidos por decreto, fijados en entera correspondencia con los criterios que en otros países se iban imponiendo.

De esta manera puede afirmarse que ni la inevitable falta de experiencia ni la novedad del material, representaron obstáculos para materializar importantes obras edilicias, muchas de los cuales constituyen actualmente referentes de la arquitectura nacional.

Cuando apenas pocos años después, finalizando la tercera década del siglo XX, la arquitectura del movimiento moderno revolucionó el campo del diseño arquitectónico, el cemento armado era ya una realidad consolidada en nuestro país, una alternativa estructural probada, que podía libremente incursionar en el proyecto de arquitectura, ya no únicamente como solución resistente y oculta, sino por el contrario, manifestando sus atributos formales y estéticos, que consecuentes con sus propiedades mecánicas, terminarían por estrechar su vínculo con la prolífera arquitectura moderna nacional.

Lista de referencias

Capurro, F.E. 1911. «Resumen de la memoria de la Inspección general de Vialidad correspondiente al año 1910. Obras terminadas, en construcción, proyectadas y en estudio». *Revista de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos del Uruguay*, vol. 5 n.°33:3-12. Montevideo.

Coppetti, M. 1915. «Morteros y Hormigones más usados». *Revista Evolución, Órgano de la Federación de estudiantes del Uruguay*, n.°3:176-177. Montevideo.

«Crónica». 1910. *Revista de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos del Uruguay*, vol. 4 n.°2:139. Montevideo.

«El cemento Portland». 1916. *Montevideo Edilicio: Industria, comercio, materiales de construcción y artículos complementarios*, vol. 1, n.°4. Imp. La industrial. Montevideo.

García, V. I. 1929. «El cemento portland de fabricación nacional». *Revista de Ingeniería. Órgano oficial de la Asociación Politécnica del Uruguay*, año XXIII, n.° 9: 302-312. Montevideo.

Instituto de Historia de la Arquitectura, Facultad de Arquitectura. 1958. «Documentos para la Historia de la Arquitectura Nacional. El Conventillo de Lafone». *Revista de la Facultad de Arquitectura,* n.°1: 57-60. Montevideo.

«La normalización del cemento portland en el Uruguay». 1938. *Boletín de la Facultad de Ingeniería*, Año III, n.° 5: 237-252. Montevideo.

López Campaña, P. 1923. *El libro del centenario del Uruguay, 1825-1925*. Montevideo: Editores Agencia Publicidad Capurro y Co.

Marcos, I. et al. 2014. «Las patentes en la introducción del hormigón armado en España: caso de estudio de la Alhóndiga de Bilbao». *Informes de la Construcción* [Online], Vol 66, n.° 534.

«Materiales de Construcción. Innovación de los cementos armados con cámara de aire». 1916. *Montevideo Edilicio: Industria, comercio, materiales de construcción y artículos complementarios,* vol. 1, n.°2. Imp. La industrial. Montevideo.

Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Arquitectura. 1913. *Memoria Constructiva General. Especificaciones para la construcción de Edificios Públicos*. Montevideo.

Ponce, L. P. et al. 1918. «La suba del portland». *Revista de Ingeniería. Órgano oficial de la Asociación Politécnica del Uruguay*, año XII, n.° 1:3-10. Montevideo.

«Un litro de agua demás en el hormigón, es igual a un kilo y medio menos de cemento». 1925. *Revista de Ingeniería. Órgano oficial de la Asociación Politécnica del Uruguay*, año XIX, n.°1. Montevideo.

Datos para la Historia de la Construcción en Castilla en el siglo XVIII. El caso de las obras de la Colegiata de Medinaceli

Raúl Romero Medina
Manuel Romero Bejarano

En torno a la villa de Medinaceli, el linaje de los «de la Cerda»[1] había logrado conseguir, tras la entronización de la dinastía Trastámara, un estado unificado que en 1368 recibió el título de condado.[2] A lo largo del siglo XV, gracias a permutas y compraventas, su base territorial creció considerablemente en torno a sus estados sorianos y alcarreños de Medinaceli y Cogolludo, respectivamente. Fue entonces cuando, en 1479, los Reyes Católicos le concedieron el rango ducal[3] y sus posteriores alianzas matrimoniales con grandes casas de los distintos reinos hispánicos provocaron una formidable expansión territorial por toda España durante los siglos centrales de la Edad Moderna.[4]

Fue el I duque de Medinaceli, don Luis de la Cerda y Mendoza (c.1442-1501), quien comienza a desarrollar un proyecto arquitectónico y urbanístico sobre Medinaceli, definiendo un área nobiliaria de calidad, conseguida a través de la construcción del nuevo palacio y su plaza representativa, que la convertirían en una villa ducal plena.[5] Pero la Medinaceli de aquellos años finales del siglo XV no sólo era la sede del ducado del mismo nombre, sino que gozaba también del privilegio de ser cabeza de uno de los arciprestazgos de los que se componía el Obispado de Sigüenza, al cual pertenecía, junto con Atienza, Berlanga de Duero, Cifuentes o Molina de Aragón. Este hecho, junto a las necesidades de la población,[6] debió impulsar la nueva reorganización parroquial de la villa, pues algunos de los templos estaban abandonados y otros sin uso litúrgico, por estar muy apartados del núcleo urbano. Al abrigo de estas circunstancias, se promovió una reunión de todas las parroquias en la que se acordó que serían demolidas en su mayoría, en la principal de Santa María, para acordar la construcción de un nuevo templo.[7]

La construcción del nuevo templo, consagrado a Santa María de la Asunción, se realizó sobre la vieja y modesta fábrica de Santa María, gracias a la iniciativa ducal de don Luis de la Cerda.[8] Aunque desconocemos la fecha del inicio de las obras,[9] quizá en la década de 1490, éstas debieron prolongarse durante el mayorazgo de su hijo, don Juan de la Cerda (1501-1544), II duque de Medinaceli, siendo el encargado, junto con los testamentarios de su padre, de finalizar las mismas, pues así lo dejaba ordenado el duque don Luis en una de las cláusulas de su testamento.[10]

Fue en 1563 cuando el edificio fue elevado a rango de Colegiata –mediante bula dada por el pontífice Pío IV[11]– hecho que motivó un pleito con el obispado de Sigüenza, quien se oponía a tal dignidad, y que fue resuelto a favor de la Casa Ducal, en 1566.[12] La consecución del rango de Colegiata debió motivar el que los duques fijarán en ella el panteón familiar, construyendo una cripta bajo su Capilla Mayor. Además, entre 1619 y 1621 la VI duquesa viuda de Medinaceli, doña Antonia de Toledo Dávila y Colonna, encargó una traza al arquitecto cortesano Juan Gómez de Mora para realizar unos monumentales cenotafios con



Figura 1
Muro Sur de la Colegiata de Medinaceli (Foto Romero Medina)



Figura 2
Vista de la nave de la Colegiata de Medinaceli (Foto Romero Medina)

grupos escultóricos en alabastro a ambos lados de la capilla mayor. La obra fue realizada por los maestros canteros cántabros Juan Ramos de Secadura y Juan Ramos «el Mozo».[13] Entre 1633 y 1675 se realizaron obras en el templo destinadas a construir capillas que sirviesen de naves laterales al templo y otras estancias como la sala capitular, en el lado del evangelio, y la sacristía, en el lado de la epístola.[14]

A finales del siglo XVII la Colegiata era un espacioso edificio tardogótico en origen de nave única, muy elevada, cubierta con bóvedas de crucería de distintas soluciones, con tres tramos y presbiterio (figura 1). El posterior de los tramos correspondía al coro bajo, mientras que los dos restantes quedan libres para el culto y se separan del presbiterio por una reja de grandes dimensiones, elevado éste mediante una grada sobre el nivel de la iglesia (figura 2). Cada uno de estos tramos se comunicaban, a través de aberturas practicadas en los muros de la nave central, con dos capillas laterales que, situadas en los lados, hacían de naves secundarias sin ser tales. Estas capillas eran denominadas como Santísimo Cristo de los Duques, Nuestra Señora del Carmen, San Agustín, del Puerto –más tarde conocida como de la Santísima Trinidad– (evangelio), San Juan, Nuestra Señora del Rosario y Nuestra Señora de los Remedios (epístola). Junto a ello, la sala capitular y la sacristía, situadas en el evangelio y la epístola respectivamente.

Los maestros de obras de la Colegiata en el siglo XVIII

En el siglo XVIII la Colegiata de Medinaceli amenazaba ruina en algunas de sus dependencias y por ello necesitaba de urgentes obras de reparación que, como veremos, se van a iniciar a partir de 1720. La mayor parte de estas obras pueden considerarse como reparos menores para evitar el avance de la ruina, una solución de compromiso que se explica por una situación de estrategia del Linaje. En 1711, tras la muerte de don Luis de la Cerda y Aragón, la Casa Ducal de Medinaceli cambió de raza, al pasar, a través de su hermana Feliche de la Cerda, a su sobrino don Nicolás Fernández de Córdoba y de la Cerda, marqués de Priego y duque de Feria. Ello hizo que la Casa de Medinaceli pasara a la familia Córdoba y Figueroa quien centró su atención en los estados andaluces y extremeños, dejando los dominios castellanos un tanto abandonados.

Las obras afectaban principalmente a las capillas, aunque había que demoler un estribo ubicado junto a la puerta principal, abierta en el lado norte, en el muro del evangelio, rematada de bola y florón. La capilla del Puerto, más tarde conocida como de la Santísima Trinidad, y la capilla Sacramental tenían problemas en sus cubiertas. Las más importantes eran las situadas a la misma altura que el altar mayor, es decir, la del Cristo, en la nave del evangelio, que era propiedad de los duques, y la de San Juan, en la nave de la epístola, cubierta con cúpula de media naranja y linterna, que tenía comunicación con el presbiterio y la sacristía. Las cubiertas de estas últimas capillas también amenazaban ruina.

El primer nombre del que se tiene noticia en las obras es de Francisco Rosillo que tenía el cargo de maestro mayor de la villa y que puso la obra a realizar en 17.000 reales de vellón, haciendo ciertas mejoras en las condiciones que el mismo había redactado. Este maestro debe ser hijo o hermano de Simón Rosillo, el maestro vecino de Madrid, que realizó las obras de la torre de la Colegiata hacia 1698.

Junto a este maestro se cita a Juan de Remachamayor, residente en la villa de Medinaceli, que suponemos debió ser del entorno constructivo de la ciudad de Sigüenza, quien añade nuevas condiciones a las de Rosillo y quien realizó baja en esta postura dejándolas en 12.000 reales con 800 de prometido.

La tercera postura vino de la mano del maestro Bartolomé de Torremilano arquitecto seguntino que dejó la obra en 10.000 reales con 400 de prometido. El *último* postor fue Francisco Martínez, un maestro del círculo constructivo de Molina de Aragón, que dejó la obra en 9.400 reales con 150 de prometido, y quién se encargó de realizar finalmente la obra, que fue apreciada por el maestro seguntino Juan del Corral y el citado Juan de Remachamayor.

Datos sobre la construcción de la Colegiata en el siglo XVIII

El 4 de septiembre de 1720 la Contaduría de los Estados de Castilla del Duque de Medinaceli, a petición de este, ordenaba sacar a pregón la obra de reparación de la Colegiata de Medinaceli, que en un principio se habían presupuestado en 18970 reales de vellón, que habían de cumplir una serie de condiciones redactadas por Francisco Rosillo, maestro mayor de la población.



Figura 3
Puerta principal en el muro norte de la Colegiata de Medinaceli (Foto Romero Medina)

En primer lugar había que demoler un estribo ubicado junto a la puerta principal, hasta una altura de 20 pies (unos 5,50 metros), si bien se especifica que si se encontrase obra deteriorada a más altura, también se había de rehacer (figura 3). La reconstrucción implicaba la fabricación de un nuevo cimiento, un pie (unos 28 centímetros) más ancho que el existente, y un recrecimiento de medio pie del propio estribo, indicándose que «si al tiempo de su execuzion estuviese la pared maestra, donde ha de embestir, maltratada, se ha de hacer nuevo, lo que cogiese dicho estribo, y demolido a los lados, subiendolo todo a su mismo tiempo, y ligazonandolo todo con sus buenos tizones de a dos pies ejecutado todo conforme arte y mucha seguridad».[15] En el muro en que se ubicaba el citado estribo había que llavear unas grietas que recorrían por el interior del templo desde la cornisa hasta el capitel del arco, además de afianzar las dos pirámides que sirven de ornato a la puerta grande «procurando queden asegurados y cojidos con curiosidad, por ser muy delicados».[16]



Figura 4
Capilla de la Trinidad o del Puerto. Colegiata de Medinaceli (Foto Romero Medina)

Respecto a la denominada Capilla del Puerto, ubicada entre el estribo a reconstruir y la torre, había que cegar su acceso y reedificar su pared maestra desde el cimiento hasta la altura que se encontraban los fuelles del órgano, atizonando la nueva obra con la antigua, y blanqueando los paramentos (figura 4). En el arco toral del segundo tramo de bóveda de la nave del templo había una dovela rota, que había que sustituir por una nueva, «procurando primero de zimbrear dicho arco y asegurarlo de suerte que no padezca ningun riesgo el arco ni la boveda».[17] Además, en el mismo tramo había que resanar una grieta en el campo de la bóveda. En cuanto a la bóveda ubicada sobre el coro, también había que repararla, especificándose que «se han de zimbrear y aclarar las dichas yendas, cuñetearlas y motarlas, con sus buenas lechadas de yeso, y se han de picar por lo interior, jarrearlas de yeso pardo, y despues blanquearlas»,[18] amén de llavear una grieta que existía en el muro correspondiente y adecentar el muro sobre el que se apoyaba la silla abacial, cuyo revestimiento de yeso blanco se encontraba muy deteriorado, «el qual se ha de picar lo maltratado jarreandolo de yeso pardo y blanquear despues y si al tiempo de escararlo pareciere alguna quiebra se a de efectuar en la mesma conformidad».[19]

La armadura de la capilla sacramental, se hallaba muy deteriorada a causa de no tener la corriente adecuada el tejado, lo que había favorecido las filtraciones «y haver podrido la madera y destroncado el zielo raso»,[20] por lo que había que reconstruir todo el enmaderado y el propio tejado. Como parece lógico, a causa de las filtraciones todo el cerramiento de escayola del sagrario se encontraba destrozado, por lo que había que hacerlo de nuevo «haziendo al medio de dicho zielo rraso un marco de codillos para poner en medio del las armas de su excelencia».[21] Las normas para la elaboración del techo son muy precisas, pues se dice que «dicho zielo raso se ha de ejecutar en esta forma: Un tablado y de cada chilla se han de sacar tres listones chaflanados sus cantos por la parte de harriva y entomizados y vien clavados con sus ripialones procurando quitar algun desnivel de lo viejo, y dichos listones han de hir juntos, cojidos y cargado con el menos yeso que se pueda, pues por haver tenido tanta disformidad con el peso se han desgalgado de el algunos arjezones y hasi ejecutado se ha de sacar alrrededor un medio cañon que cayga tres quartas haciendo ocho tambanillos quatro en los angulos y otros quatro en los medios recorriendo tamvien lo que tuviere desfalcado y con algunas begigas a la parte salitrosa Jarreandolo de yeso pardo primeramente y despues blanquearlo».[22] O lo que es lo mismo, una armazón de madera formada por una estructura plana central (el *tablado*) a la que se unirían otras perpendiculares acodaladas unidas por listones pequeños (las *chillas*), bien unidas al yeso con unas cuerdas denominadas tomizas (es decir, *entomizados*), cargadas con el menor peso de yeso posible, ya que el peso había provocado que se descolgasen (o *desgalgasen*) algunas piezas de yeso (los *arjezones*). La forma de la falsa bóveda había de ser de cañón, adornada con unos pequeños frontones aquí denominados *tambanillos.* Además, había que dejar cámaras de aire, o *begigas*, en las zonas *salitrosas,* es decir, afectadas por la humedad. Además había que llavear las grietas que se encontrasen en los muros y recalzar el muro exterior en altura de dos varas (unos 167 centímetros), advirtiéndose al maestro que hubiese de hacer la obra que cualquier daño que sufriese la cajonería que se encontraba en un lado del sagrario, correría a su costa. Un reparo similar había de efectuarse en la sala capitular, si bien aquí se suprimía el adorno de los frontones.

En cuanto a la Capilla del Cristo, que era propiedad del Duque, había que demoler el cerramiento de escayola del presbiterio, por hallarse en ruina, ordenándose una reconstrucción similar a la del sagrario. Un caso

similar era el de la Capilla de San Juan Evangelista, en la que había que examinar «jajas (SIC.) zinchos, obalos, linterna y media Naranja picando todo lo descorchado y salitroso y volverlo a blanquear por estar muy maltratada por ser una de las Capillas mas principal para el uso de la Iglesia y Altar de privilejio y estar muy indezente».[23] Los materiales para la obra habían de correr por cuenta del maestro en quien se rematase, «sirviendole su excelencia de dar su licencia para prevenirlos de la parte y lugar donde mas quenta le tenga al dicho maestro»,[24] de donde se entiende que la entrada de materiales de construcción estaba rigurosamente controlada por el Estado Ducal. En cuanto al pago, el primer tercio se abonaría antes de empezar la obra para el aprovisionamiento de materiales, el segundo tercio mediada la obra, y el último una vez finalizada y dada por buena.

A estas condiciones se añadieron con posterioridad otras redactadas por Juan de Remachamayor, maestro de obras de cantería y albañilería residente en Medinaceli. En ellas se especificaba que el estribo que había de reconstruirse, para mayor fuerza y ornato, tenía que fabricarse con piedra arenisca o toba. En lo referente a la reconstrucción del falso techo de la sala capitular, se dice que ha de reforzarse con un *sendillo*, que se define como una estructura transitable (de hecho, se dice que a ella se accedería por un postigo) afianzada en el centro por una viga acodalada con machones. Además, debían cegar una puerta que comunicaba la sala capitular con un corral contiguo, cambiar de ubicación la escalera que subía a la contaduría (ubicada en el piso superior de esta sala), para abrir en ese lugar una puerta que la comunicase con el almacén en que se guardaba el monumento del Jueves Santo, al que hasta entonces se accedía a través del citado corral.

En cuanto a los entierros ducales ubicados a ambos lados del altar mayor, había que retejarlos, al igual que había que hacer con el tejadillo que protege la puerta principal. Por su parte, si había que desmontar el órgano para evitar que se deteriorase con los trabajos, el maestro en quien se rematase la obra debería retirar todo el maderaje y volverlo a montar, quedando el resto del instrumento a cargo de la Contaduría Ducal. Por último, se imponía como condición que el adjudicatario hubiese de limpiar todos los sitios del templo en que hubiese terminado la intervención.

Una vez estipuladas las condiciones, el 9 de septiembre de 1720 Simón Rodríguez Galaz, como contador mayor de los Estados Ducales de Castilla ordenó pregonar la obra «y se fixen zedulas en los puestos acostumbrados desta villa y se despachen edictos para la ziudad de siguenza y Villas de almazan; Molina; Berlanga, y la de Zifuentes a fin de que los maestros de Canteria Arquitectura y Albañileria que ubiere en cada parte comparezcan en esta Contaduria para que en vista de dichas Condiziones hagan las posturas combenientes»,[25] estableciendo como plazo para fijar el día del remate el siguiente 29 de septiembre. En obediencia, el pregonero Luis Marco dio el primer pregón y se mandaron las cédulas a las poblaciones citadas.

La primera postura a la baja llegó el 12 de septiembre de la mano del arquitecto Francisco Rosillo, vecino de Medinaceli, quien puso la obra en 17.000 reales de vellón, haciendo ciertas mejoras en las condiciones que él mismo había redactado. Por ejemplo, especifica que si hubiese daños superiores a los que se estipulaban en el estribo que se había de reconstruir, se comprometía a aumentar la obra. En cuanto al reparo de la capilla de El Puerto, sustituía las construcciones fijadas por un muro de mampostería que forrase los muros ya existentes, de modo que cubriese todas las grietas. En cuanto a la reparación de la bóveda ubicada sobre el coro, propone ampliar la zona a intervenir, llaveando las posibles grietas que apareciesen, al igual que ofrece picar y revocar de nuevo todo el testero del coro. Según Rosillo, estas mejoras estaban valoradas en 1.500 reales, comprometiéndose a efectuar los trabajos en 5 meses desde su adjudicación. El mismo día se admitió y pregonó la baja y se ordenó que ésta se comunicase a las poblaciones habituales.[26]

El 19 de septiembre el otro redactor de las condiciones, Juan de Remachamayor, hizo una nueva baja en la obra, dejándola en 12000 reales con 800 de prometido «de los quales se me han de dar satisfazion en la primera paga quede o no en mi rematada dicha obra»[27], es decir, que a fin de fomentar que se efectuasen bajas en la obra, se aseguraba un pago a todos los que concurrían con una postura. El nuevo precio fue admitido y pregonado, llegando a la contaduría otra postura más el 29 de septiembre de la mano de Bartolomé de Torremilano, arquitecto seguntino que la dejó en 10.000 reales con 400 de prometido. Tras su admisión y un nuevo pregón, el mismo día llegó la última baja. En esta ocasión el postor fue el maestro Francisco Martínez, vecino de Molina de Aragón, quien dejó la obra

en 9.400 reales, con 150 de prometido. Además, se comprometía a recalzar y reparar el muro exterior de la sala capitular, sustituyendo cuatro sillares que se encontraban muy deteriorados por la humedad.

Comenzó así una serie de pregones,[28] hasta que en el pronunciado el 8 de octubre se fijó la fecha del remate para el 19 de dicho mes a las 3 de la tarde. Llegado el momento, comenzó el proceso de adjudicación en la sede de la Contaduría Ducal, en Medinaceli, en presencia de «el señor Don Simon Rodriguez galaz Contador maior de las Casas y estados de Castilla de su excelencia estando por tribunal para efecto de zelebrar y hazer remate de la obra y reparos de la Yglesia de la Collegial desta dicha villa, hallandose presentes diferentes personas desta dicha villa y Maestros que han concluido para dicho Remate siendo la ora y dia asignado para el se dieron diferentes pregones por Luis Marco pregonero publico haciendose saver estar hecha postura y vaja en dicha obra».[29] Copiamos literalmente el texto del documento original, por describirse en él a la perfección el curioso método que se utilizaba para rematar la obra: «y haviendose enzendido una candela sobre un bufete dentro de dicha Contaduria por dicho pregonero en altas e ynteligibles vozes dio un pregon refiriendo dicha postura y aperciviendo su remate para luego, lo que repitio diversas vezes; Y no haviendo concurrido maestro ha hacer mejora alguna; por dicho pregonero se dijo la que se apercive el remate, a la una a las dos, a la tercera que se acava la candela; Y que pues no hay quien puje ni haga vaja alguna que buena, que buena, que buena pro le haga a quien la tiene puesta; Y a este tiempo se acabo dicha candela quedando rematada dicha obra y reparos en francisco Martinez vecino de la Villa de Molina y maestro de Canteria y Albañileria en los dichos nueve mill y quatrocientos Reales de Vellon».[30]

Así, la obra quedó rematada en Francisco Martínez, quien se comprometió a pagar el prometido de Torremilano, mientras que la Casa Ducal hizo lo propio con el de Remachamayor. Para la formalización del proceso, se exigieron fianzas al adjudicatario y se esperó la aprobación definitiva del duque de Medinaceli.

Los trabajos ya estaban concluidos el 15 de octubre de 1720, cuando Francisco Martínez y Francisco Martín López comunican a la Contaduría el fin de la obra, nombrando por su parte a Juan del Corral, albañil seguntino, como apreciador de los trabajos. El Estado Ducal hizo lo propio con Juan de Remachamayor. Ambos maestros efectuaron ese mismo día el reconocimiento del templo, dictaminando que todo se había hecho conforme a las condiciones, si bien no se había cegado el acceso de la Capilla del Puerto. No obstante, los jueces justificaron la falta alegando que «se reconocio no ser necesario zerrarse por estar mui firme y no quitar el uso de la dicha capilla del Puerto en perjuicio de los ynteresados en ella y de la fabrica de dicha yglesia por que se privava de percivir en cada un año el tributo de su dotacion».[31] Además, alegaban que los contratantes habían efectuado intervenciones que no aparecían en las condiciones: «en las piezas del Sagrario y capitulo una corniza devajo de la media caña para maior adorno y hermosura dellas; y enluzir todo el lienzo que cae al organo desde Pilar a Pilar; y el luneto sobre la puerta grande y algunos escorchados sobre la capilla de las Aguilas y algunos revocos en las paredes forales de dicha yglesia que uno por otro son de sentir».[32] En consecuencia, del Corral y Remachamayor concluyeron que la obra se había ejecutado conforme a lo estipulado. Ante este veredicto, la Contaduría Ducal mandó librar los 2.165 reales del último tercio y formalizar la operación con una carta de pago.

Notas

1. En relación con el nombre del linaje Fernández de Bethencourt señala que «esta gran familia no tomó su nombre, tan original y extraño, del dominio de la tierra reconquistada, como lo hicieron en su gran mayoría las otras razas feudales españolas y extranjeras, sino de una circunstancia personalísima de su fundador el hijo mayor del rey de Castilla Alfonso X *el Sabio* e inmediato sucesor suyo, el infante heredero don Fernando, que nació con un pelo largo o *cerda*en el pecho, recibiendo por ello de sus contemporáneos el sobrenombre de «Infante o Príncipe *de la Cerday que después, en recuerdo y memoria suya, sus descendientes tuvieron a honor llevar como apellido aquel mote singular, o como se decía en su tiempo, aquella alcuña»*. (Fernández de Bethencourt [1904] 2003, 12).
2. El título de conde fue concedido por el rey Enrique II a Bernal de Bearne, hijo bastardo de Gastón Febo III, conde de Foix y vizconde soberano de Bearne.(Fernández de Bethencourt [1904] 2003, 172). El privilegio recaía sobre una villa de realengo, es decir, Medinaceli y sus 107 aldeas, que constituían lo que los propios documentos llaman «el común de Medinaceli». (Pardo Rodríguez 1993, 28).

3. El documento por el cual los Reyes Católicos lo elevan al rango de ducado se encuentra publicado en (Paz y Melia 1915, Lámina 16 y Sánchez González 2006, 356-358).
4. Durante los siglos XVII y XVIII a Medinaceli se le agregarían las siguientes casas nobiliarias: Alcalá de la Alameda (1625), Alcalá de los Gazules (1639), Denia-Lerma (1659), Segorbe (1676), Priego (1711), Aytona (1739) y Santisteban del Puerto (1789). Los datos en A.D.M. Sección Archivo Histórico. Legajo. 83. De hecho, con motivo de la muerte del VII duque de Medinaceli, don Antonio Juan Luis de la Cerda, en 1671, el cronista sevillano Ortiz de Zúñiga dirá «pielago es oy tan inmenso de grandezas el de la casa de la Cerda casi insondable a la mas viva comprehension, a que qual alabança no viene corta ¿Qual elogio sera igual? ¿Qual ponderacion bastante?» (Ortiz de Zúñiga 1677, XVIII: 801).
5. Sobre Medinaceli como tipología de villa ducal plena, junto a Baena, Béjar, Gandía, Guadalajara, Lerma, Medina de Rioseco y Pastrana, ha reflexionado Esther Alegre Carvajal y ofrece, para cada caso, una teoría sobre su evolución y sobre los diferentes matices que presenta. (Alegre Carvajal 2004, 221-232).
6. A lo largo de la época medieval, Medinaceli había experimentado un fuerte crecimiento demográfico y económico, convirtiéndose en el centro neurálgico y comercial de la amplia área del valle del Jalón. Sobre las circunstancias que rodean a Medinaceli en época medieval véanse (Pardo Rodriguez 1980 y Blanco Freieiro 1980, 99-101).Junto a ello, la propia Casa Ducal contribuirá a este auge eximiéndola del pago de la alcábala y dictando ordenanzas para la buena marcha económica de la villa. (González Moreno 1972).
7. Este tema ha sido abordado en (Romero Medina 2008, 577-599).
8. La Historiografía del siglo XIX, sobre todo la obra de Nicolás Rabal, señala erróneamente que en tiempos del I duque no hubo obra y que todo quedó en un proyecto. «En el año de 1499 el visitador don Ignacio Collantes, primero de que se tiene noticia, hacía consignar en el libro de actas correspondiente que, aunque no había noticias de que las iglesias de Nuestra Señora o Santa María de Medinaceli, ni la del pueblo de Laina, hubieran sido visitadas, porque tal vez tubieran privilegio, no quería partir de Medina sin hacerlo en la primera, para así descargar la conciencia. Enteráronle con este motivo de que al duque (don Luis de la Cerda), movido de su gran devoción, le parecía conveniente ensanchar esta iglesia, no obstante ser ya un buen edificio, con propósito de unir todas las demás a ella; pero la cuestión quedó en proyecto y no volvió a pensarse más en ello hasta cerca de un siglo después [sigue]». Además, sitúa la fecha de la erección de Colegiata treinta y cinco años antes y ofrece los nombre de dos maestros canteros, el primero sin duda de origen vizcaíno, Pedro Jaúregui y Pinilla, cuyas existencias aún no han podido ser corroboradas por la reciente historiografía: [continuación]«1530, en el que el duque don Juan alcanzó una bula del pontífice Pío IV, por la que se corroboraba el pensamiento de la creación de una colegiata y para ello se disponía [...] En su virtud el duque procedió al ensanche de la iglesia encargando la construcción a los canteros Pinilla y Jáuregui. Al principio la planta de la iglesia, tal como se construyó por cuenta del duque, era de una sola nave, en que el arquitecto optó por el estilo ojival, pero después se ensanchó con dos líneas de capillas colaterales, que abiertas como se dejaron, hicieron y hacen las veces de otras dos naves». (Rabal 1889, 407-408). El dato de los maestros canteros, aunque no corroborado, ha sido recogido en guías, obras monográficas sobre el gótico Soriano o, por su procedencia, en el diccionario de artistas vizcaínos. (Perez Rioja 1970, 126; Martínez Frías 1980; Barrio Loza y Moya Valgañón 1981, 225).
9. No conocemos al maestro que pudo dar la traza del templo, aunque si hemos podido documentar a los maestros que ejecutaron el proyecto, a saber: Gutierre de Soto y su yerno, Martín de Gamecho. Al menos, así se constata en un memorial de 1565 redactado a causa del pleito que mantenía la villa de Medinaceli con la iglesia de Sigüenza con motivo del nuevo rango de Colegiata que se le confería al templo de Santa María de la Asunción: «A la octava pregunta dixo este testigo que a oído decir a Joan Ortega de Amaya padre deste testigo que el duque don Luis abuelo del dicho duque don Juan que agora hes desta villa de Medinaceli que mando hazer y edificar a sus costas e hespensas la yglesia de Nuestra Señora que agora se dize heregirse en Colegial e que era Yglesia pequeña e que la hizo hacer de la manera que al presente hes e que dicho Joan de Hortega padre deste testigo tiene cargo de hazer pagar a los oficiales e mahestros de la dicha obra e heste testigo conocio a los mahestros que hicieron la dicha obra que hera Gutierre de Soto e Martin de Gamecho hierno del dicho Gutierre de Soto […]» (Romero Medina 2008, 577-599).
10. Pensamos que el duque don Luis alcanzó a ver terminada la totalidad de la obra, pues poco después de su muerte (1501), entre 1503 y 1509, su hijo y sucesor, don Juan de la Cerda, II duque de Medinaceli, concluía los trabajos, es decir, se asentaba el retablo (diseño de Lorenzo Vázquez de Segovia) y la reja de su capilla mayor, se colocaban las vidrieras de la nave y sacristía del templo y se finalizaban ciertas labores de cantería en el campanario y tribuna del templo. Sobre los artistas implicados en esta obra (Romero Medina 2008, 577-599). Sobre la obra del retablo (Romero Medina 2009, 357-390). Sobre las labores de cantería (Romero

Medina2008a, 30-60). Sobre la relación de estos maestros (Romero Medina 2010, 1-24). Sobre Lorenzo Vázquez (Romero Medina 2013)

11. A.D.M. Sección Medinaceli. Leg. 16. nº. 2 y 3.
12. A.D.M. Sección Medinaceli. Leg. 17. nº 1 al 11.
13. (Romero Medina 2013a, 179-206).
14. (A)rchivo (D)ucal de (M)edinaceli. Sección Medinaceli. Leg. 70, nº. 2.
15. A.D.M. Contaduría de Medinaceli. Legajo 63. Condiciones, posturas, admisiones y remate causados sobre la obra y reparos que de horden de Su Excelencia se executan en la Yglesia Colegial desta Villa de Medinaceli. 1720.
16. Ib.
17. Ib.
18. Ib. Las *yendas* eran las grietas, que había que abrir con cuñas de madera (*cuñetear*) y *motear*, o lo que es lo mismo, rellenar, con lechadas de yeso. Respecto al *yeso pardo*, era de peor calidad que el blanco, mucho más tosco y se utilizaba como base de otros revestimientos que habían de quedar a la vista. En cuanto al término *jarrear*, ha de entenderse jaharrar, es decir, cubrir con yeso un paramento.
19. Ib.
20. Ib.
21. Ib.
22. Ib.
23. Ib. Por *jajas* han de entenderse los lunetos, o jarjas de la bóveda, mientras que los *cinchos* son las molduras circulares en las que apoya la falsa cúpula.
24. Ib.
25. Ib.
26. La llegada de estas comunicaciones a su destino debía ser certificada, como se puede comprobar por el oficio de 14 de septiembre de 1720 por el que Manuel de Olién y Senantes, notario público y apostólico de Sigüenza, confirma que la cédula había sido recibida y ya se encontraba expuesta en esta población. Por su parte, el escribano José Pérez de Altube certificaba que la cédula había llegado y se encontraba puesta el 24 de septiembre en Molina de Aragón.
27. Ib.
28. La última postura se pregonó los días 29 de septiembre, 1, 2, 4 y 5 de octubre.
29. Ib.
30 Ib.
31. Ib.
32. Ib.

Lista de referencias

Alegre Carvajal, E. 2004. *Las villas ducales como tipología urbana*. Madrid: UNED.

Barrio Loza, J.A y Moya Valgañón, J.G. 1981. «Los canteros vizcaínos (1500-1800): Diccionario Biográfico». En *Kobie*, 11: 174-281.

Blanco Freieiro, A. 1980. «Medinaceli». *Historia 16*, 51: 99-101.

Fernández de Bethencourt, F. [1904] 2003. *Historia Genealógica y heráldica de la monarquía española, casa real y grandes de España. Tomo V.* Madrid.

González Moreno, J. 1972. *Catálogo de los documentos de la villa de Medinaceli*. Soria: Diputación de Soria.

Martínez Frías, J.Mª. 1980. *El gótico en Soria: arquitectura y escultura monumental*. Salamanca.

Ortiz de Zúñiga, D. 1677. *Anales eclesiásticos y seculares de la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla.* Sevilla, tomo XVIII.

Pardo Rodríguez, Mª. L.1993. *Documentación del Condado de Medinaceli (1368-1454).* Soria: Diputación de Soria.

Paz y Melia, A. 1915. *Serie de los más importantes documentos del Archivo y Biblioteca del Excmo.Sr.Duque de Medinaceli*. Madrid, Tomo I.

Pérez-Rioja, J.A. 1970. *Guía Turística de Soria*. Soria.

Rabal, N. 1889. «Soria», En *España, sus monumentos y artes, su naturaleza e historia.* Barcelona.

Romero Medina, R. 2008. «El foco artístico alcarreño y su repercusión en el entorno más cercano. Artistas en Santa María de Medinaceli (1503-1509)», En *Actas del XI Encuentro de Historiadores del Valle del Henares*: 577-599. Guadalajara: Diputación de Guadalajara.

Romero Medina, R. 2008a. «Martín de Gamecho, un maestro cantero vizcaíno al servicio de la nobleza mendocina (1503-1521)». En *Trocadero*, 20: 30-60.

Romero Medina, R. 2009. «El taller de entalladores alcarreños de Lorenzo Vázquez y el retablo de la iglesia de Santa María de Medinaceli». En *Boletín del Museo e Instituto Camón Aznar*, 103: 337-390.

Romero Medina, R. 2010. «La casa del Cardenal Mendoza en Guadalajara. Una traza del arquitecto Lorenzo Vázquez con la colaboración de canteros tardogóticos valencianos y maestros moros aragoneses», En *XII Encuentro de Historiadores del Valle del Henares*: 1-24.Alcalá de Henares: Diputación de Guadalajara.

Romero Medina, R. 2013. «La arquitectura en época de los Reyes Católicos. Lorenzo Vázquez de Segovia introductor del Renacimiento en Castilla (c.1450-1515)». En *Anuario Científico Universidad Isabel I de Castilla*: 480-498. Burgos: Universidad Internacional Isabel I de Castilla.

Romero Medina, R. 2013a. «Una traza de Juan Gómez de Mora para los cenotafios de los duques de Medinaceli en la Colegiata de Medinaceli». En *Boletín del Museo e Instituto Camón Aznar*, 111: 179-206.

Sánchez González, A. 2006. *Medinaceli y Colón. El Puerto de Santa María como alternativa del viaje de descubrimiento.* El Puerto de Santa María: Biblioteca de Temas Portuenses.

Crónicas de un no-monumento. La recuperación de la técnica y el espacio doméstico bajomedieval de Aracena (Huelva)

Omar Romero de la Osa Fernández
María Carretero Fernández

La comarca de la Sierra de Aracena se localiza en el suroeste de la Península Ibérica. Durante la Edad Media, a partir de la formación del Reino de Sevilla durante el siglo XIII, se integró dentro del alfoz hispalense, creando un paisaje arquitecturado denominado Banda Gallega como condición de ser tierra de frontera con el Reino de Portugal. Tras este impulso constructivo se produce un nuevo auge arquitectónico con la recuperación del valle inmediato a la fortificación, cuando las condiciones de vida y el incremento demográfico así lo propiciaron.

La arquitectura doméstica es un documento de excepcional calidad para observar las manifestaciones sociales, económicas, culturales y paisajísticas de una comunidad histórica. Descodificar este entramado supone fijar nuestra atención en la arquitectura doméstica evitando la visibilidad única de los edificios históricos como monumentos, esencialmente porque supone una visión desde lo puramente estético o formal. La consideración arqueológica de los edificios históricos se plantea desde la comprensión integral de la realidad histórica y estratigráfica para obtener un conocimiento más comprensivo. La arquitectura doméstica tomará el curso del terreno para crear espacios y recorridos, un paisaje urbano que aislando cada edificio no podremos componer. Así, torna importancia contextualizarlo, histórica, constructiva y espacialmente para entender mejor la realidad en la que se desenvuelve.

Al respecto, el objetivo de esta comunicación es describir las características de la edificación doméstica bajomedieval de Aracena (Huelva) centrándonos en los aspectos formales, materiales y constructivos, es decir, desde la perspectiva del micro espacio como fuente para contextualizar el paisaje urbano. La investigación tiene su origen durante la ejecución de obras para la rehabilitación de una vivienda de la calle Cilla en 2013 (figura 1), la cual ha permitido estudiar un ejemplo concreto dentro de un panorama general de investigación en desarrollo desde 2008. El modelo analizado supone la caracterización del inmueble de época bajomedieval y sus diferentes transformaciones, habiendo sido, probablemente, durante un breve periodo de tiempo, la sede de un hospital en el siglo XVI, etapa que, tal y como está documentado, modifica y amplia el espacio.

Hacia la definición del paisaje urbano de Aracena

El paisaje urbano de Aracena es el resultado de la evolución a partir de la conquista cristiana en el siglo XIII que supuso un doble proceso, por un lado el incastellamiento de la población en una villa fortificada, y por otro su expansión o conquista del valle inmediato al cerro del castillo. Las investigaciones realizadas en los últimos años con metodología arqueológica (Romero de la Osa 2009, 1410 – 1428 y 2010) permiten dilucidar la evolución urbanística desde la Baja Edad Media. Aunque contamos con registro arqueológico en Aracena desde el Bronce, no es hasta la Plena Edad Media cuando tengamos ma-



Figura 1
Plano de situación. (Figura de autores, 2015)

yores certezas respecto a su asentamiento en el Cerro del Castillo, un dominio visual en el encuentro de los caminos Río Tinto —Mérida y de Beja— Sevilla. Las últimas excavaciones realizadas en el Alcázar del Castillo han revelado un asentamiento desde los siglos X – XI, aunque su perímetro cobra más fuerza desde la época almohade, siglos XII – XIII (Romero, Romero de la Osa y Rivera 2012, 28 – 30).

Derivado de la política de repoblación observamos elementos que intervienen en la formación de Aracena. Ésta viene configurada por ser una posición dominante de dos recorridos principales Norte – Sur y Este – Oeste como hemos visto. A partir de las necesidades de dar seguridad a la población repobladora se construirá un Recinto Fortificado distribuido en cuatro zonas: Alcázar, guarnición militar, asentamiento e iglesia, la Iglesia Prioral del Castillo (Romero de la Osa 2009, 1410 – 1428).

A partir de aquí fueron surgiendo pautas de formación que configuran hoy el urbanismo de Aracena. Durante el siglo XV, el espacio fortificado estaba ocupado, obligando a los nuevos pobladores a expandirse ladera abajo y al valle inmediato, una expansión del urbanismo siguiendo una estrategia general en plano longitudinal, crecimiento sobre ejes principales o recorrido matriz, por agregación de parcelas que conforman un tejido seriado. La expansión se realizó de forma planificada en un plano en retícula longitudinal, caracterizado el arrabal en el siglo XV por la constitución de calles principales —Pedrinazzi, Cruces y Mejías— y menores que la cruzan —Valle, Francisco Rincón y Colón— y coetáneamente por retículas definidas por elementos singulares como las ermitas mudéjares —San Pedro, Santo Domingo, Santa Lucía y Santa Catalina— que jalonan el espacio comprendido por los caminos principales (Romero de la Osa 2010).

Metodología

La investigación arqueológica sobre el inmueble que presentamos se realiza encaminada a la obtención de conocimiento integral del mismo, un objetivo cumplido, mediante una metodología que trata de forma global a la parcela en sus dimensiones tipológicas, funcionales y estructurales, en su comprensión evolutiva (Tabales 2002, 193 – 206).

Siguiendo la metodología diseñada por Miguel Ángel Tabales (2002; 2009, 159 – 177) nuestro análisis se ha desarrollado en tres fases. Durante la primera fase se ha realizado el trabajo de campo sobre el edificio, describiendo su estado previo, identificando muros de significancia estructural y su correlación entre ellos para observar su sistema de adosamiento,

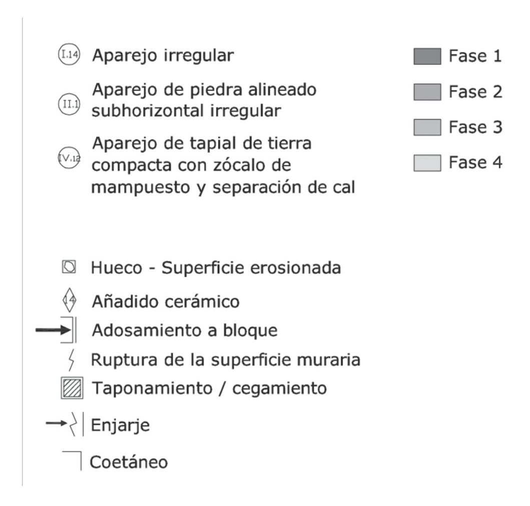


Figura 2
Simbología. (Figura de autores,2015)

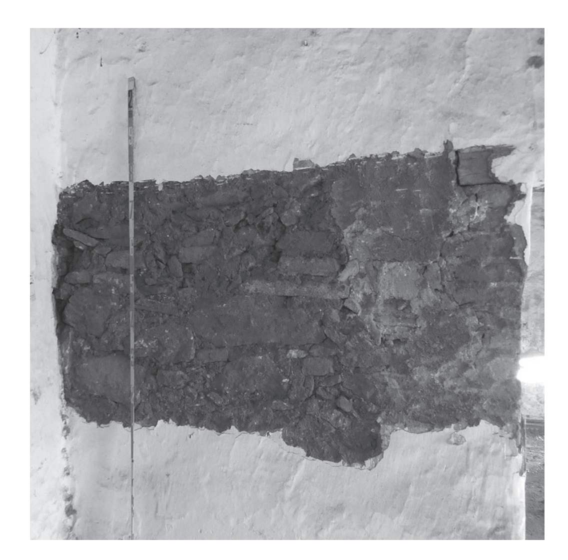


Figura 3
Cata arqueológica de paramento en U.E.M.5. (Fotografía de autores, 2013)

representando mediante una simbología propia (figura 2). En este punto es de notar la realización de catas en los paramentos seleccionados con la finalidad de argumentar la relación muraría y sus aparejos constructivos (figura 3). Con los datos obtenidos emprendimos la caracterización general del edificio en una segunda fase de estudio paramental de tipo tipológico —constructivo y de tipo estratigráfico o evolutivo. Por último, en la tercera fase, se ha procedido a un control de obras, que ha servido de gran utilidad al proporcionar registro arqueológico, ya fuera en el picado de muros para revestirlo posteriormente o en el cambio de carpinterías.

El inmueble número 4 de la calle Cilla se asienta en el límite noroeste de la ciudad histórica, en un extremo de la antigua cerca, conocida como la villa vieja. Es un inmueble que ha sufrido diferentes transformaciones como dilucidaremos más adelante y que comprende diferentes espacios domésticos. El carácter especial de esta edificación radica en el hecho de haber sido la sede de un antiguo hospital. Partiendo de la necesidad de llevar a cabo una investigación arqueológica como herramienta de conocimiento patrimonial, iniciamos el acercamiento a la arquitectura doméstica bajomedieval de Aracena desde la ciudad actual. Los objetivos para este edificio doméstico se basan, desde la óptica histórica, en el conocimiento, delimitación y ocupación de la ciudad bajomedieval y la comprensión del proceso de transformación de la ciudad, y desde la construcción, en la identificación básica y definición de las pautas constructivas por fases, caracterización tipológica y proporcionar cronología al edificio.

Fase 1. Estudios previos

La estructura formal general de la vivienda se realiza mediante muros de carga de mampostería ordinaria en planta baja y de tapial en planta alta, a excepción del muro Oeste por estar en contacto con el terreno, siendo éstos paralelos y definiendo una parcelación interior sobre la que se colocan las diferentes estancias. Esta estructura define una cubierta a dos aguas, constituida por tres muros que definen, así mismo, las crujías, de tal forma que el muro central (UEM 4) presenta una mayor elevación originando dos faldones opuestos en pendiente (UEM 3 y 8). A su vez, la división horizontal de la vivienda se realiza mediante forjados realizados por medio de alfarjías o tablazón claveteadas a rollizos de madera (figura 4). Mientras que en el forjado de la cubierta no existe aislamiento y permite por ello una mayor separación entre alfar-



Figura 4
Detalle de forjado. (Fotografía de autores, 2013)

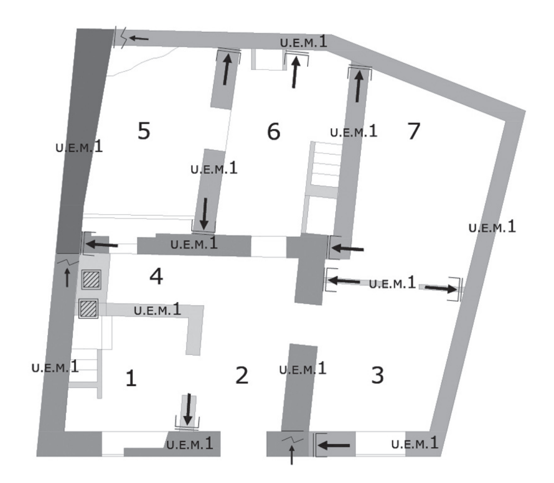


Figura 5
Planta Baja. Unidades Estratigráficas Murarias, adosamientos y estancias. (Figura de autores, 2015)

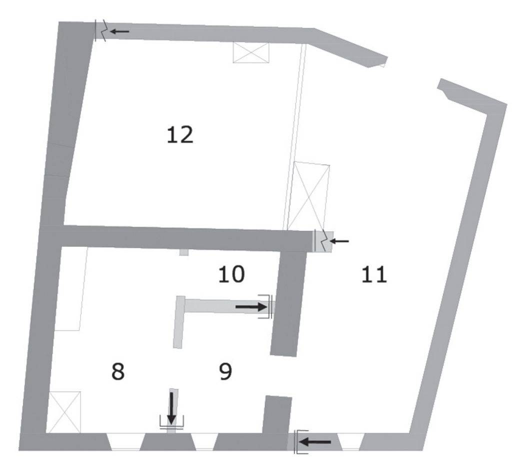


Figura 6
Planta superior. Unidades Estratigráficas Murarias, adosamientos y estancias. (Figura de autores, 2015)

jías, en forjado de planta, se coloca un tabloncillo denominado cabio entre alfarjías para soportar la solera de mortero de cal.

La vivienda se distribuye en dos niveles: la planta baja (figura 5) es utilizada como habitación y zona de almacén agrícola y la planta alta destinada a un uso habitacional y dependencias auxiliares. El acceso se realiza a través de una puerta centrada en fachada, flanqueada por dos ventanas, una vez dentro, el zaguán y el corredor central (Estancia 2) forman una misma pieza diáfana siendo el eje que configura el espacio interior.

La composición de fachada (figura 7) refleja el esquema de distribución interior: dos ventanas flanquean la puerta, siendo la abertura de la ventana algo más alta que ancha, sin abocinamiento interior. En planta alta tres ventanas se abren al doblado en forma de pequeñas troneras, perdiéndose la simetría de la fachada. Las ventanas y contraventanas así como la puerta son de madera. Es de notar que la puerta es de factura contemporánea, reconociéndose el hueco en fachada de una puerta mayor. El remate superior del encuentro entre la cubierta sobre la fachada se realiza de forma sencilla con un ligero resalte de ladrillo.

En síntesis, el corredor central actúa como organizador interior de la planta baja, pues funciona dando acceso a la cocina (Estancia 1) y el resto de salas (Estancia 6) y cámaras (Estancia 3 y 7) así como al almacén (Estancias 4 y 5). En nuestro caso de estudio, aparece un zaguán al traspasar la puerta de la calle como primer tramo del pasillo (Estancia 2), con una longitud a mitad de la primera crujía, de forma que permite la entrada de la habitación de fachada pero no del interior. Existen dos escaleras que funcionan como nexo al nivel superior (figura 6), una de ellas, desde la cocina (Estancia 1) da acceso a un apartamento en planta alta alineado a fachada pero no ocupando toda la crujía (Estancias 8, 9 y 10) con cocina económica y habitación. La otra escalera al final del corredor da acceso al resto de planta alta (Estancias 11 y 12). Estas últimas estancias tienen otro acceso, mediante un portón situado a ras de calle en



Figura 7
Fachada principal. (Figura de autores, 2015)

la parte trasera, puesto que la planta alta aprovecha el desnivel topográfico.

Fase 2. Estudio paramental y estructural

Análisis tipológico

En síntesis nos encontramos caracterizado el inmueble bajo estas tipologías:

– El aparejo más utilizado en el inmueble es el realizado en piedra de tipo II. 1 alineado subhorizontal.
– Ladrillo del tipo I.14, irregular, en la portada del paramento conformando una fábrica laetericia a soga y tizón y llaga fina.
– Tapial del tipo IV. 12, realizado muy irregular de cajones de tierra prensada con cal, sin zapata ni ladrillo, puesto que situados en la planta superior se apoyan directamente sobre la fábrica de mampostería. Conforman un aparejo totalmente irregular, conformando los espacios que conectan con el cierre de los muros mediante el empleo del mismo material a modo de tapia.
– En cuanto a los tipos de vanos encontramos un único tipo adintelado con costero Tipo 1 con la salvedad que en el caso de la portada situada en el muro 4 se realiza una molduración de mortero de cal realizada mediante un arco de medio punto rebajado como elemento añadido.

Análisis constructivo

Sumariamente a los muros principales se adosarán mediante enjarje simple se adosa la UEM 8 a la UEM 1 y la UEM 7 a la UEM 6, a su vez la UEM 6 se adosa a hueso a la UEM 3. A un nivel inferior, los muros interiores que no tienen una labor de carga o estructural nos indican varios procesos de creación de estancias. De esta manera la UEM 9 se adosará a hueso perpendicularmente a UEM 4 y a UEM 8, junto con el adosamiento simple de la UEM 10 respecto de las UEM 4 y 8 cerrarán el espacio interior creando un pasillo o corredor. En cambio la UEM 11, adosada a hueso a UEM 4 y 7 y el adosamiento simple de los muros UEM 12 y 13 a UEM 2 y 3 nos indican la creación de espacios compartimentados de las estancias principales del inmueble.

Esta estructura principal y secundaria muestra una definición de Cuerpos de Fábrica, así, el primer cuerpo de fábrica, aunque de forma facticia, lo formarían las UEM 1, 8 y 10 (CF 1), la segunda corresponderían de una forma más definida a las UEM 2, 3, 4 y 5 (CF 2) la tercera conformada por las UEM 6, 7, 8, 5 y 10 (CF 3). Pormenorizadamente:

Unidad Estratigráfica Muraria 1 y 2 (UEM 1 y 2) (Figuras 8 y 9)

Adosamientos. En síntesis se advierte un adosamiento a hueso del muro 2 sobre el 1. Por el contrario el muro que sobresale transversalmente, el de fachada (UEM 3) y el 4 son claramente coetáneos al muro 2. A su vez se produce un adosamiento simple de la fábrica de tapial en planta alta respecto de la mampostería de los muros (1 y 2).

Emparchados. Se producen dos en todo el paramento. El primero se trata de un emparchado identificable en el proceso de transformación del caserío de Aracena en el siglo XVI, pues seguramente, la ampliación en altura del vecino inmediato obligaría al taponamiento de la ventana situada al fondo del inmueble. El segundo de ellos se produce en el otro ex-

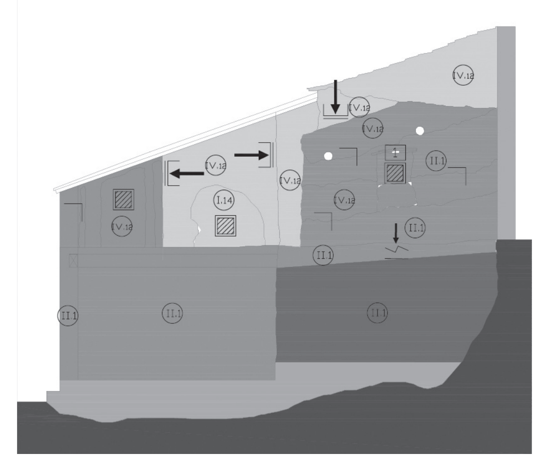


Figura 8
Alzado medianero Sureste. Análisis estratigráfico, tipológico y constructivo. (Figura de autores, 2015)



Figura 9
Sección de Alzado medianero Sureste. (Fotografía de autores, 2013)

tremo junto al muro de fachada y supone la amortización de un hueco que por su forma se trata de una chimenea.

Rupturas. Se advierte una última fase que eleva la cubierta siendo la fábrica de tapial de barro y agua prensado, en esta operación se produce una ruptura de la parte central del muro en planta alta.

Unidad Estratigráfica Muraria 4 (UEM 4) (Figura 10)

Adosamientos. Esta unidad estratigráfica muraria supone el muro de crujía interior del inmueble. Para ello se adosa a hueso a la UEM 1 y se enjarja de forma simple con UEM 5 conformando una estancia o cuerpo de fabrica diferenciado junto con las UEM 2 y 3. A su vez a la UEM 4 se le adosan de forma simple a hueso las UEM 9, 10 y 11 que dividen el espacio en estancias hacia el interior y el Oeste del inmueble.

Taponamientos. Se produce un doble taponamiento en dicha unidad muraría en dos de los tres vanos. En primer lugar, se produce un taponamiento en un vano de acceso y de una ventana adosada a dicha puerta.

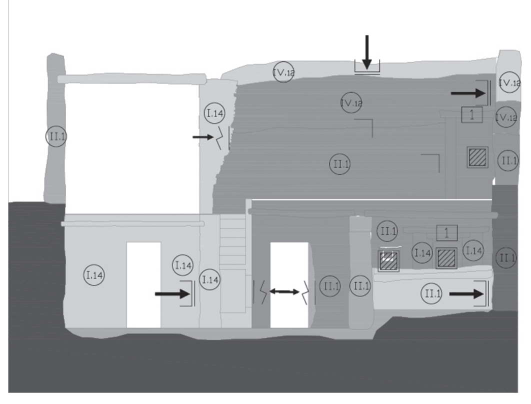


Figura 10
Muro de crujía U.E.M.4. Análisis estratigráfico, tipológico y constructivo. (Figura de autores, 2015)

Rupturas. Relacionado con el proceso anterior se produce una ruptura del muro en su extremo oeste para abrir un vano de acceso sin portaje que ha sido detectada mediante una de las catas realizadas.

Añadidos. Es de señalar como el vano taponado, de tipo simple con costero se le añade un arco de medio punto de ladrillo rematado en moldura simple realizado mediante revestimiento de yeso.

Unidad Estratigráfica Muraria 5 (UEM 5)

Adosamiento. Se produce un adosamiento simple mediante enjarje con la UME 4.

Ruptura. Se observa una ruptura a la altura de la crujía del inmueble para la apertura de un vano de acceso detectado mediante una cata. Además existe una grieta en su unión con el muro de fachada (UEM 3) en la primera planta, mientras que en la segunda no denota una ampliación en altura y reordenación de fachada.

Unidad Estratigráfica Muraria 8 (UEM 8)

Adosamiento. Se produce un enjarje en su unión con la UEM 1 que responde a una acción posterior y adosamiento simple a la UEM 7. Es de notar como esta unidad muraría no sigue una traza continua sino que hace un ángulo obtuso hacia la mitad del mismo, que nos estaría indicando la operación de adosamiento de otro cuerpo de fábrica utilizando el espacio original y comiendo al talud de forma irregular.

Evolución del inmueble

Primera fase

Se ha podido documentar la traza de la primera edificación por la topografía y comportamiento de los muros, en concreto la UEM 1 y los muros a este asociado en lo que hemos venido a identificar como CF 1. El único muro de esta fase es la UEM 1 reaprovechado en las dos fases siguientes que modifican el espacio, aun así, el comportamiento topográfico demuestra como la UEM 8 realiza un ángulo obtuso debido a que la ampliación posterior no siguió el trazado lineal de la primera edificación seguramente por motivos económicos al tener que rebajar el terreno. De tal manera que esa definición topográfica ofrece una diferenciación entre el CF 1 y el CF 2 respecto de la CF 3 (figura11).

Con los datos materiales registrados resulta posible efectuar una reconstrucción en forma de hipótesis que permita visualizar la primera fase del inmueble. Existencia de una estancia adosada al talud del cerro del castillo y asentada sobre un lecho rocoso de piedra caliza en torno a 23,4 m^2 de superficie. En la fábrica de la UEM 1 se advierte amortizada por el piso superior, de la alineación de la cubierta en estado original, tratándose de una cubierta a una sola agua apoyada por los dos muros de carga paralelos de fachada y de cierre. Una evidencia material que nos permite observar una vivienda de formas sencillas, construida en mampostería de una sola planta sin doblado, definiendo una única estancia polifuncional tendente al rectángulo. Correspondería con un tipo habitacional en uso hasta el siglo XVI (Romero de la Osa 2009, 1410 – 1428) pero no documentado en nuestro estudio de 2010.

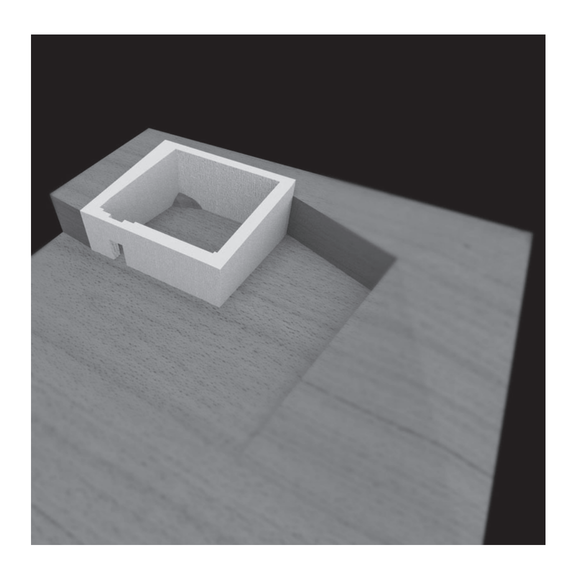


Figura 11
Volumetría virtual de la Fase 1. (Figura de autores, 2015)

Segunda fase

Alteración de la estancia original en altura y construcción adosada a este muro de un lienzo de mampostería. Esto supone la modificación total del espacio ampliándolo tanto longitudinalmente como en altura que supone la construcción de un edificio de dos crujías en dos plantas. La primera obra acometida fue la construcción de una vivienda de mayores dimensiones adosando al norte del edificio primitivo. Pese a tener la posibilidad de aprovechar los muros, ampliando otra crujía, la nueva edificación se construyó disponiendo de sus cuatro alzados perimetrales y tan solo aprovechando el muro medianero de la anterior construcción.

Se ha documentado una estancia principal que compone el Cuerpo de Fábrica 2, correspondiente a las estancias 1, 2 y 4 al momento de la rehabilitación. Su planta es rectangular con unas dimensiones 22 m2 unas dimensiones muy parecidas a la posible traza de la primera edificación. A pesar de la modificación producida posteriormente en fachada, se ha podido registrar una puerta en la UEM 4 situada al margen izquierdo desde la entrada que nos remitiría a un acceso lineal desde fachada y que en la actualidad por el proceso de la fase 3 modificó, ya que como es común en la población, la parte trasera se utilizaba para guarda del ganado (figura 12).

Por último, la lectura paramental del muro de cierre Este y del muro 4 o de carga con sus transformaciones nos han permitido dilucidar la elevación de la cubierta con la finalidad de crear una cámara alta o doblado cuyo acceso creemos, puesto que no hemos encontrado otra evidencia, se realizaría desde la calle accediendo a una ventana, un uso documentado en zonas rurales.

Estos cambios de ampliación del espacio, estaría encaminado a la creación de una vivienda acorde con

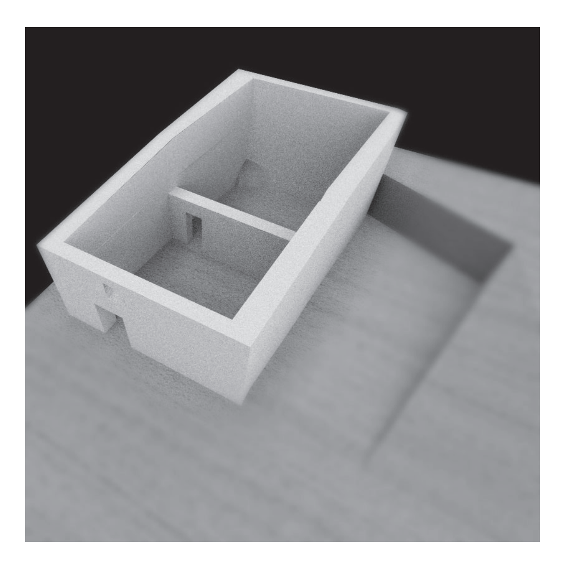


Figura 12
Volumetría virtual de la Fase 2. (Figura de autores, 2015)

nuevas realidades sociales como fue la aparición de labradores o pequeños propietarios de tierras que necesitaban construcciones dedicadas a vivienda y al almacenamiento del producto de la tierra y de las bestias de carga. Así aunque el uso vividero es el mismo, una parcela de forma rectangular polifuncional, se utilizaría la parte trasera como lugar de almacenamiento de aperos de labranza y de cuadra para la bestia, y el doblado o planta alta utilizado como almacenamiento de los frutos del campo un tipo de arquitectura doméstica que denominados casa de labor (Romero de la Osa 2010), un fenómeno fechable entre los siglos XV y XVI.

Tercera fase

Una serie de procesos constructivos llevarán a nuestro edificio de estudio a ampliarse para acometer labores asistenciales como está documentado. En cuanto a la estructura del hospital propiamente dicha se efectuaron una serie de obras para adaptarlo al nuevo contexto funcional en el que se enmarcaba. En primer lugar se adosó, adquiriendo el terreno colindante inmediato, un nuevo cuerpo de fábrica (CF 3) con unas dimensiones de 25,80 m^2 aproximadamente y planta rectangular alargada. Para llevar a cabo la nueva conexión se procedió a un segundo proceso constructivo de apertura de vanos en las UEM 4 y 5 como han sido descritas y se modificó el Cuerpo de Fábrica 2, elevando aún más la segunda planta y dotándole de un refuerzo estructural en los muros perimetrales del CF 2 mediante la colocación de una viga escuadrada en las UEM 2 y 3 y modificando la fachada primero dotándole de un acceso centralizado y dos vanos flanqueándolos de grandes dimensiones para darle luminosidad y ventilación. Eso significaba el cambio de acceso lateral que vimos anteriormente para reordenar la planta del edificio con otras funciones y de mayores dimensiones, 82,30 m^2 aproximadamente, proporcionando un acceso principal de corredor o pasillo centralizado que diese acceso a las diferentes estancias.

El nuevo espacio supone la construcción de un edificio de dos plantas, resolviendo en los muros de cierre el cambio de planta mediante la colocación de una viga de madera escuadrada para dar mayor estabilidad al perímetro, puesto que la segunda planta se resuelve mediante fábrica de tapial que estaba pensada para soportar mayor peso, de uno la fachada, de otro elementos como la cocina con la chimenea y por último el muro de la segunda crujía, excepto en el muro de cierre exterior que es totalmente de fábrica de mampostería.

Los cambios de fachada son significativos en tanto modifican la apariencia bajomedieval por otra de carácter moderna al gusto del siglo XVI con una composición de fachada armoniosa. Además la elevación de la segunda planta y el refuerzo en forjado se debe a que en planta alta estuvo destinado a dependencias de intendencia pues pudimos apreciar en el control de obras una chimenea y un horno de pan amortizados en el muro, además de la apertura de un vano simple con costero en las traseras de la planta, indicándonos las necesidades de ventilación del hospital y que fue el primer edificio doméstico más alto de la manzana (figura 13).

Está documentado como en 1570 se empedró el Hospital de la Encarnación, situado en la calle Cilla detrás de la carnicería pública (Pérez 1996), conociendo que la parcelación doméstica de las calles Cilla y Villavieja donde se sitúa nuestra edificación, se realizó bajos los parámetros de la casa de labor en torno al siglo XV y XVI, tomamos, por las dimensiones del edificio que presentamos, este inmueble fue destinado a labores asistenciales de hospital. El pro-

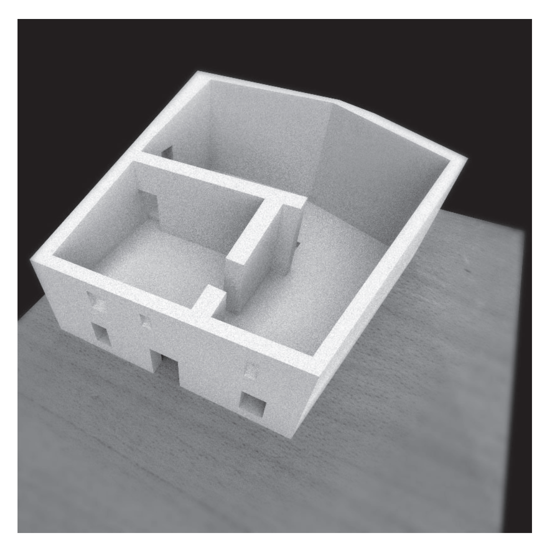


Figura 13
Volumetría virtual de la Fase 3. (Figura de autores, 2015)

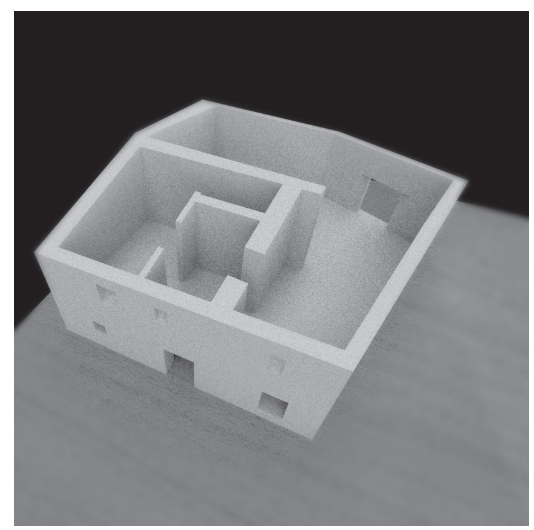


Figura 14
Volumetría virtual de la Fase 4. (Figura de autores, 2015)

ceso de adecuación hospitalaria debió producirse entre 1543, fecha de creación del primer hospital conocido en Aracena, el Hospital de la Concepción fundado por Alonso Sánchez de Castilla, y el año 1580, cuando el Hospital de la Encarnación se suprime por sus cortas rentas y se unifica con el Hospital de la Misericordia (Pérez 1996).

La estructura y organización interior de esta fase concuerda con la descripción del nuevo Hospital de San Sebastián que en 1577 constaba de dicha casa, que es sala alta y palacios que están en ellas y atrás dos cámaras y cocina y sobrados según consta de la documentación en el Archivo Histórico Nacional (Pérez 1996).

Cuarto proceso

La planta del hospital perduró por el carácter doméstico de la misma hasta el siglo XX sin cambios. Durante el siglo XX se produjeron tres procesos diferentes de adecuación del espacio interior. En primer lugar el CF2 se parceló con la construcción de la estancia 1, separándose mediante muros realizados con ladrillos de adobe. El acceso a esta estancia era diferente al momento anterior a la rehabilitación, pues creando un pasillo con la estancia 4, su entrada se realizaba al final de ese pasillo. Un segundo momento se debe a la construcción de un apartamento en la planta alta, las estancias 8, 9 y 10, para ello se construyó una escalera precisamente desde el acceso antes mencionado a la estancia 1, obligando a la apertura de un nuevo vano de acceso en la pared opuesta.

A juzgar por los elementos del apartamento, especialmente una cocina de las llamadas económicas nos llevan a pensar que este proceso se hizo durante los años 60 o 70 del silgo XX, manifestando una primera obra en el siglo XX indeterminada. Estas obras llevaron la cocina al final del corredor general de la casa (figura 14).

Conclusiones

Observar la arquitectura doméstica como documento histórico supone realizar estudios plurinacionales en los que la metodología arqueológica empleada con un método específico como mostramos es fundamental para dilucidar el comportamiento y transformación de la edificación y contextualizarlo en sus coordenadas histórico-constructivas.

La arquitectura doméstica es menos proclive a los cambios, aunque eso no signifique que permanezcan inalterables en el tiempo como hemos podido obser-

var en la evolución del inmueble que presentamos y como demuestran otros estudios sobre arquitectura doméstica bajo parámetros arqueológicos (Anglada 2005, 1035 – 1104; 2014, 213 – 225).

Para finalizar, los estudios sobre arquitectura doméstica suponen un salto cualitativo en el conocimiento histórico de sociedades pasadas, ignoradas durante mucho tiempo. Es de reseñar como ocurre en Carmona (Ruiz 2005, 365 – 398) que los hospitales al margen de ser grandes edificios son arquitecturas que reaprovechan construcciones preexistentes, normalmente construcciones domésticas.

Lista de Referencias

Anglada Curado, Rocío. 2005. «La arquitectura doméstica tradicional de Carmona. Aproximación arqueológica a la tipología de la casa». *Carel,* 3: 1035–1104.

Anglada Curado, Rocío. 2014. «El urbanismo mudéjar» En *Urbanismo, arquitectura y patrimonio en Carmona.* Carmona: Ayuntamiento y Sevilla: Universidad, 213 – 225.

Pérez Embid-Wamba, Javier. 1996. *Aracena y su Sierra. La formación histórica de una comunidad andaluza. Siglos XIII – XVIII.* Huelva: Diputación.

Romero Bomba, Eduardo; Omar Romero de la Osa Fernández y Timoteo Rivera Jiménez. 2012. «Hallazgos arqueológicos en el Alcázar de Aracena». *Programa de Ferias y Fiestas*. Aracena. Ayuntamiento: 28-30.

Romero de la Osa Fernández, Omar. 2009. «Aportaciones de la documentación textual al análisis arqueológico bajomedieval de Aracena». *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular.* Huelva: Universidad: 1410-1428.

Romero de la Osa Fernández, Omar. 2010. *Análisis del parcelario de Aracena en época bajomedieval.* Trabajo Fin de Máster inédito. Sevilla: Universidad.

Ruiz de la Rosa, José Antonio. 2005-2006. «Aproximación a dos tipologías arquitectónicas en Carmona: ermitas y hospitales». *Archivo Hispalense.* 267-272: 36-398.

Tabales Rodríguez, Miguel Ángel. 2002. *Sistema de análisis arqueológico de edificios históricos.* Sevilla. Universidad.

Tabales Rodríguez, Miguel Ángel. 2002. «Arqueología y rehabilitación en Sevilla. Desarrollo metodológico y práctico». *Revista Arqueología de la Arquitectura.* 1: 193–206. CSIC.

Tabales Rodríguez, Miguel Ángel. 2009. «La investigación arqueológica en edificios históricos. Metodología y experiencias El Alcázar de Sevilla». En *Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos.* Madrid: Ministerio de Cultura: 159-177.

Maestros de obras, aparejadores, alarifes, arquitectos e ingenieros en la España del siglo XVIII

Miguel Rotaeche Gallano

«When builders were their own architects,…»
(Saint 2007, 182).

Este texto pretende definir y aclarar el significado de las profesiones que convivieron en las obras del siglo XVIII en España.

Las tres primeras de ellas, en el orden en que figuran en el título —Maestro de Obras, Aparejador y Alarife— vinieron ejerciéndose prácticamente sin cambios desde el siglo XVI hasta 1744, fecha en la que se fundó la Academia de Bellas Artes. A partir de entonces se oficializó el título de Arquitecto, se creó otra nueva titulación, a la que se denominó Maestro de Obras —nada tenía que ver con el antiguo Maestro de Obra—, y se suprimió la profesión de Aparejador en las obras Reales. Pero aquellas antiguas profesiones no desaparecieron de un día a otro, antes bien, en toda la segunda mitad del XVIII convivieron las dos familias de profesiones: preacadémicas y académicas, debido a las dificultades que encontró la Corona en imponer estas en contra del Consejo de Castilla y de las costumbres establecidas.

Los ingenieros siguieron un camino y un calendario distintos, pues su docencia y titulación se hicieron oficiales a principios del XVIII, y estuvieron unidos al ejército, que los necesitaba por encima de todo.

En esta descripción del mundo de la construcción en el Antiguo Régimen nos hemos encontrado también con los diferentes tipos de contratación de obras y de técnicos, que guardan sorprendentes similitudes con los actuales.

Los Maestros de Obras anteriores a la Academia

Los oficios de la construcción, al igual que los de otras profesiones, estaban organizados en gremios: de cantería, de albañilería, de carpintería, etc. Estos gremios se fueron implantando en Europa, aunque con dificultades, a partir del siglo XIII (Albardonedo 2000, 3). Los gremios se organizaban en las ciudades, y se regían por Ordenanzas, distintas en cada lugar. En España tuvieron una larga vida, y no se abolieron hasta 1840.

Sus miembros estaban divididos en tres grados: Aprendiz, Oficial y Maestro. El Aprendiz era un adolescente a cargo de un Maestro que, bajo contrato, debía mantenerle y enseñarle. En muchos casos, las Ordenanzas impedían que hubiera un parentesco entre Aprendiz y Maestro, sin duda para dar más seriedad al aprendizaje (García 1990, 24). Al cabo de un tiempo, que variaba según la ciudad, al Aprendiz se le registraba como Oficial. Este Oficial era ya un asalariado que trabajaba para un Maestro, pero que no podía tener Aprendices ni taller propio. Al cabo de unos tres años más, podía acceder al grado de Maestro, pasando un examen teórico y práctico. Muchos quedaban como Oficiales toda su vida, ya que en algunas ciudades las tasas de examen eran desproporcionadamente altas comparadas con los salarios.

En efecto, la cuantía de las tasas y la seriedad en el examen variaban mucho de una ciudad a otra. En Sevilla, por ejemplo, las tasas eran razonables —de cuatro a seis reales para cada uno de los tres examinado-

res, cuando el sueldo era de seis reales diarios—, y los exámenes para alcanzar la maestría eran más exigentes que en otras ciudades (Albardonado 2000, 8).

Sin embargo, en algunas provincias, el acceso a la Maestría era un mero trámite. No había apenas casos de Oficiales rechazados, y las tasas podían ser exageradamente altas: hasta 300 reales para los locales y 600 para los forasteros. Además, el pertenecer a una familia de la profesión comportaba una reducción de las tasas y un trato de favor. E incluso, después del examen:

> «… desde tiempo inmemorial se acostumbra dar por los examinados a los que concurren en el acto, y según la estación, un refresco o una merienda. En el caso de Juan González se invitó a «pescado, ensalada, pan, vino, bizcochos y unas tortas fritas». No es extraño que diversos maestros acusaran a los que asistieron alegando que aquello había sido «una gran francachela». Esta situación fue totalmente censurada por Campomanes en 1775» (De la Peña 1984, 27).

Como hemos dicho, el examen de Maestro de Albañilería tenía una parte teórica y otra práctica. La parte práctica variaba poco de unas ciudades a otras, y solía incluir el levantar «un arco de ladrillo descubierto bien hecho», «una escalera de dos vueltas» y «un pilar de ladrillo cuadrado de diez palmos de alto que esté exento» —sin especificar la sección—. La parte teórica solía incluir preguntas del tipo «Qué piedra entraba en una tapia de ocho palmos de largo, cuatro de alta y dos y medio de gruesa,… Qué material de cal… se necesitaba para ella revocado por ambas partes, y qué valor tendría después de construida» (De la Peña 1984, 142-6).

Al nuevo Maestro, una vez aprobado, se le entregaba una Carta de Examen que especificaba el tipo de oficio y el área geográfica en la que lo podía ejercer. A partir de aquel momento, podía crear su propio taller, contratar obras y dirigirlas.

Muy frecuentemente, en la historiografía reciente, se ha llamado arquitectos a estos Maestros de Obras, cuando en realidad eran verdaderos contratistas (García 1991, 131) que pujaban por contratos de obras, compraban los materiales y pagaban los jornales. En todo caso, se podría decir de estos contratistas que eran sus propios arquitectos (Saint 2007, 182). Por otro lado, había grandes diferencias entre ellos en lo que se refiere a sus habilidades. Todos sabían ejecutar una obra, pero no todos sabían dibujar los planos y redactar un pliego de condiciones (García 1991, 215).

La máxima autoridad en el gremio eran los *Veedores*, elegidos entre los Maestros por un período de un año y confirmados por el Ayuntamiento. Generalmente eran dos, escogidos entre los más hábiles, honestos y ancianos. Sus funciones eran: hacer respetar las Ordenanzas del gremio, vigilar el cumplimiento de los contratos de Aprendices y Oficiales con los Maestros, y examinar a los aspirantes a la maestría (Terán 1998, 346). Para esta última labor debían formar tribunal dos Veedores con un Alarife.

El Maestro, una vez aprobado, podía licitar obras o emplearse en alguna institución. Tres eran principalmente las instituciones que empleaban a Maestros de Obras: la Corona, el Ayuntamiento y la Iglesia, aparte de las casas nobles o las Órdenes Militares, pero los puestos no abundaban. En Madrid, por ejemplo, para un censo del orden de ochocientos Maestros en el XVII, el número de cargos disponibles era de una veintena (García 1990, 102). Así, el camino más común en la profesión era el de licitar en concursos de obras.

La adjudicación de obras

En el Antiguo Régimen en España, se podían contratar de las obras de cuatro maneras: *por subasta, a destajo, a jornal o por tasación final* (Alonso 1991, 40).

La contratación *por subasta* era la más común en grandes obras, como puentes o iglesias. Se encargaban las *trazas* (planos) a un maestro, que daba también un precio de salida y, a continuación, se pregonaba la obra. Para grandes obras, el pregón solía durar un mes, que generalmente era prorrogable. Si no había *trazas*, el contratista que quería licitar se encargaba de realizarlas, de dar un precio y comprometerse a un plazo de ejecución. A las propuestas se les llamaba *posturas*. El día señalado concurrían los maestros licitadores. Se encendía una vela, y mientras durara ésta encendida los maestros debían pujar a la baja, adjudicándose la obra al presupuesto más bajo presentado antes de que se apagara (García 1990, 101; Alonso 1991, 41; González 2008, 282). Generalmente, los contratos eran sangrantes: el Maestro debía hipotecar sus bienes como fianza, y podía ser retirado de la obra si se producía una nueva oferta a la baja (Alonso 1991, 42). Con todas estas

salvedades, este sistema de contratación *por subasta* sería equivalente a lo que hoy en día llamamos «contrata general».

La contratación *a destajo* se utilizaba en grandes obras que debían ser ejecutadas simultáneamente por varias cuadrillas. Parte de El Escorial, por ejemplo, se realizó según este sistema, organizándose hasta diez equipos de destajistas (Portabales 1945, CLIX; Kubler 1986, 61-3, 115). En él, cada Maestro se compromete a realizar una parte determinada de la obra con su equipo, por un precio determinado y en un plazo dado. La propiedad paga a los maestros por separado, y los coordina. Este tipo de contratación podría parecerse a lo que hoy en día llamamos realizar la obra «por gremios».

La contratación *a jornal* se utilizaba sobre todo en obras pequeñas. El propietario encargaba directamente la obra a un Maestro de su confianza, al que asignaba una cantidad diaria de dinero. Si no hubiera *trazas*, el propietario las encargaba al Maestro. Este sistema se utilizó también en obras reales, y tenía la ventaja de impedir el absentismo laboral (Alonso 1991, 43). Es el sistema de contratación que hoy llamamos «por administración».

La contratación *por tasación final* consistía en adjudicar la obra a un Maestro por un presupuesto global dividido en varios pagos, correspondientes a fases en que se dividía la obra. Al terminar cada una de ellas y al final, acudían dos tasadores: uno por parte de la propiedad y otro por parte del Maestro, que decidían lo que se debía pagar. En caso de discordia, se acudía a un tercer tasador de reconocido prestigio (Alonso 1991, 44). Este sistema de contratación se parece mucho al método más común de hoy en día: el de «certificaciones mensuales», con la salvedad de que las mediciones se hacen mensualmente, y las hace el Aparejador, que está empleado por la Propiedad.

En lo que se refiere al modo de pregonar las obras, un sistema muy peculiar fue el del gremio de carpinteros de Sevilla en el en el siglo XVI: Era obligatorio que todos los maestros que recibieran un encargo lo hicieran público en la calle de la Carpintería, en la que los carpinteros tenían su taller. De este modo, todos los encargos se convertían en un concurso público al que cualquiera de los Maestros Carpinteros podía acudir (Albardonedo 2000, 5).

El Maestro de Obras podía optar a los grados de: Maestro Mayor, Aparejador o Alarife.

Los Maestros Mayores

El Maestro Mayor lo era siempre de una obra Real. Generalmente, había uno en cada una de las propiedades Reales, en las que siempre había reparaciones o reformas que hacer: el Alcázar de Madrid (antiguo Palacio Real), el Alcázar de Sevilla, el Palacio de El Pardo, el Alcázar de Toledo, etc. Había algunas excepciones, como el Alcázar de Segovia y el Palacio de Aranjuez, en los que tradicionalmente no había un Maestro Mayor, sino un Aparejador (García 1990, 130, 140).

El Maestro Mayor dirigía la obra Real, teniendo bajo su mando a varios Maestros de distintos oficios. El Rey pagaba a los gremios, coordinándolos el Maestro Mayor, que estaba también a sueldo del Rey. Era requerido para los *replanteos*, lo que hoy llamaríamos las «tiras de cuerdas». Haría en esto la labor que hoy le correspondería a un arquitecto. Tenía, por contrato, la obligación de acudir a la obra un cierto número de veces al año. En el caso de El Escorial, por ejemplo, en el contrato con Juan Bautista de Toledo, era de sólo seis veces al año (García 1990, 146). Ésto trajo como consecuencia cartas de queja como la que Fray Juan de Huete escribió a Felipe II en 1563:

> … tenemos de maestro y aparejadores como si esta obra no fuese de calidad para que siempre residiese en ella el maestro principal. Yo no querría ya hablar en esto porque tengo lástima, y una obra de tanta calidad y cantidad y que el que la tiene a su cargo nunca la vea sino de mil en mil años, como de paso estando un día o dos, con que no hay iglesia que se haga en el más ruin lugar del mundo que no resida en ella el que la hace (Portabales 1945, VIII).

El cargo de Maestro Mayor era el más codiciado, y se conseguía por designación real, a veces, después de un concurso en el que sopesaban las cualidades y el historial de cada uno de los solicitantes (Blasco 2013, 375). Este era un cargo vitalicio.

Los Aparejadores

La figura del Aparejador aparece documentada en la obra de la catedral de Sevilla desde el siglo XV (Falcón 1981, 15).

El Aparejador anterior a la Academia tenía el grado de Maestro de Obras, pero sus funciones eran

bien distintas. Seguía la obra de muy cerca, y debía ayudar a los gremios a interpretar los planos. El Aparejador de Cantería, por ejemplo, tenía entre sus funciones la de realizar plantillas a escala real para los canteros, de modo que pudieran labrar los sillares sin preocupación. El Aparejador también debía ocuparse de que no faltaran los materiales necesarios, y vigilaba la calidad de los mismos (Portabales 1952, 77; García 1990, 15). En esto último, su trabajo era equivalente al de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos de nuestros días. Otro de sus cometidos era el acudir a la obra antes de la hora para comprobar que los operarios llegaban puntualmente (García 1990, 126). El Aparejador, dice el texto de un nombramiento para una obra Real del XVI, tenía las siguientes obligaciones:

> … les dé los moldes de todas las piezas principales y señaladas que en ellos hubiere de haber y les haga las trazas y rasguños necesarios, siempre que por los dichos destajeros les fuere pedido… (García 1990, 145).

El Aparejador, dice también Juan Gómez de Mora en 1626, debía ser ducho en todo lo siguiente:

> Primeramente ha de ser Maestro de cantería y que haya ejecutado, por sus propias manos, en su Arte, de todas diferencias de piedras,… que tenga experiencia en las demás obras como son, las de albañilería, mampostería y yesería, carpintería… ha de ser muy práctico en medir, sabiendo para esto la parte que toca de la Aritmética y Geometría… ha de saber trazar todo lo perteneciente al ejercicio de cantero, para hacer los moldes y contramoldes y todo género de plantas y cortes de cantería y poner en forma grande las cosas que se le dieren trazadas por el Maestro Mayor, para ponerlas en ejecución… (García 1990, 172).

Otra de las funciones del Aparejador era la de sustituir al Maestro de Obras cuando éste estuviera ausente, por encontrarse enfermo, o por cualquier otra causa. A veces, un Maestro de Obras acaparaba más obras de las que se podía ocupar, y delegaba entonces en sus hombres de confianza, los Aparejadores. Estos no solían tener participación en las ganancias de las obras (Alonso 1991, 64, 169). Así, en las obras privadas, el Aparejador era un asalariado del Maestro de Obras, y en las obras Reales, un asalariado del Rey (García 1990, 201, 205).

La organización de las obras dependía mucho de su tamaño, y la especialización de los cargos era más elaborada en las obras mayores, alcanzando su mayor complejidad en las obras Reales. En la obra de El Escorial, por ejemplo, el Rey tenía asalariado al Maestro Mayor, Juan Bautista de Toledo, que dirigía la obra teniendo a sus órdenes a cuatro Aparejadores: dos de cantería, uno de albañilería y otro de carpintería. A los Aparejadores de cantería se les llamaba Aparejadores Mayores o Primeros, y a los de carpintería, Segundos (García 1990, 106). Todos éstos también trabajaban a sueldo del Rey, no de la contrata, y dirigían cada uno a su equipo. Las instrucciones para controlar las obras de El Escorial sirvieron no sólo para regular el resto de las obras de Felipe II, sino que constituían el cuerpo normativo que regularía las obras reales, hasta que en el XVIII la construcción del nuevo Palacio Real exigiera una profunda reorganización administrativa (Barbeito 1992, 232).

En las obras Reales se nombraron Aparejadores hasta mediados del siglo XVIII. En 1741, por ejemplo, se colocó como Aparejador Segundo de la obra del Palacio Real de Madrid a Ventura Rodríguez, siendo Maestro Mayor Juan Bautista Sachetti (García 1990, 183-4). En 1754, sin embargo, se suprimieron en esta obra varios empleos, entre los que se encontraban los dos Aparejadores (García 1990, 184). Pero fuera de las obras reales la figura del Aparejador siguió activa durante todo el XVIII siempre que fue necesaria.

Los Alarifes

El Maestro de Obras también podía acceder al puesto de Alarife. La palabra *Alarife* proviene del árabe andalusí, y significa «el que sabe, el experto». La figura existe desde al menos el siglo XIII en Sevilla (Gómez 1991, 39).

El Alarife era un cargo municipal, que tenía como función ocuparse de las obras públicas, como por ejemplo, el mantenimiento de las murallas de la ciudad. También vigilaba el cumplimiento de las Ordenanzas Urbanas (Alonso 1991, 62). El cargo no era vitalicio, sino que tenía la duración de un año.

Una muestra de las obligaciones del Alarife figura en las Ordenanzas de Sevilla del siglo XVI, describiendo lo que debe ser su primer día de trabajo:

> … la primera cosa que deben hacer luego que son hechos alarifes, deben catar los muros de la villa, u hacer en manera que se labren y reparen… Otrosí, deben ver las ca-

sas del Rey y hacer en manera porque se labre y reparen… Y otrosí, deben ordenar los mercados y las tiendas y las posadas… (Albardonedo 2000,8).

Los Alarifes eran elegidos por el gremio de Maestros entre los mejor preparados. Eran designados por el Ayuntamiento a propuesta del gremio. En Madrid y Sevilla, por ejemplo, era tradición hacerlo en el día de Corpus Christi. En Madrid eran ocho hasta 1610, cuando pasaron a ser doce (Portabales 1952, 128; Blasco 1990, 471). El cargo no tenía asignado ningún salario, y los únicos ingresos ligados a la función provenían de las *tasaciones*, de las que tenían la exclusividad. Hubo numerosos pleitos contra los que hacían *tasaciones* sin ser Alarifes (García 1990, 100). Estas *tasaciones* incluían dos tipos: lo que hoy llamamos «valoraciones de bienes inmuebles» y, por otro, lo que llamamos «certificaciones de obra». Así, el Alarife era requerido en los edificios terminados para valorarlos, y también en las obras que se hubieran adjudicado *a tasación*, para poner precio al estado en que se hallaban en cada fase y al final. En ese caso, debía medir lo hecho hasta el momento para que el propietario pagara lo debido al Maestro.

Normalmente, los Alarifes seguían trabajando como Maestros de Obras simultáneamente a su cargo municipal de un año de duración.

El Alarife debía ser un profesional de prestigio, honesto, formado en leyes y con habilidad para resolver conflictos. Con frecuencia tenía que emitir informes técnicos para ayudar a los jueces (López de Arenas [1619] 1633). Tenía que ser entendido en responsabilidades profesionales, contratos, arrendamientos, etc. Y, al ser una de sus funciones la de realizar mediciones, debía ser entendido en geometría. También se le suponía experto en artes mecánicas (Gómez 1991, 44). Otra de sus funciones era la de convocar las asambleas del gremio y asistir a los exámenes de nuevos Maestros, formando con otros dos examinadores, los *veedores*, también elegidos anualmente, el *juzgado de alarifazgo* (Albardonedo 2000, 6).

Diego López de Arenas —que fue Alarife— se muestra mordaz con sus colegas en su libro, y dice del Alarife que: «conviene sepa bien escribir y contar» —de donde se deduce que no todos sabían— y también más adelante: «… cierto que le oí decir por mis oídos a cierto Alarife que hacía él con pedrezuelas cualquiera cuenta, de que me quedé admirado» (López de Arenas [1619] 1633).

Los Maestros de Obras de la Academia

La Academia de Bellas Artes de San Fernando, fundada a mediados del XVIII, otorgaba, además del título de Arquitecto, un título de nueva creación: el de Maestro de Obras. Este Maestro de Obras académico no era un contratista. Era un titulado técnico de grado medio. Sus estudios duraban menos que los de Arquitecto, y se los podía compatibilizar con una vida laboral. Este Maestro de Obras de la Academia era simplemente un Arquitecto que tenía que limitarse a proyectar obras privadas. Esta limitación, que parece nimia a primera vista, le impedía tener encargos de la Corona o de la Iglesia.

En realidad, en la vida profesional estos Maestros de Obras académicos pasaron a ejecutar la mayor parte de los proyectos y direcciones de obra de viviendas de todo el país. Como era de esperar, a finales del XVIII y en el XIX se estableció una dura rivalidad con los Arquitectos, y después de dos episodios de supresión temporal, en 1796-1817 y 1855-1857, estos consiguieron que la titulación de Maestro de Obras de la Academia desapareciera definitivamente en 1871.

Pero bajo la protección del Consejo de Castilla, y en rivalidad con la Academia, diferentes organismos locales siguieron examinando y nombrando Maestros de Obras no académicos durante la segunda mitad del siglo XVIII.

Los Arquitectos

… en Francia… los principales arquitectos no eran aristócratas amateurs, como en Inglaterra, ni pintores o escultores, como en Italia, sino que procedían del arte de la cantería, siguiendo una tradición que venía desde la Edad Media (Collins 1965, 186).

Por primera vez, en el XVI, el Rey Felipe II nombró Arquitecto de las Obras Reales a Juan Bautista de Toledo, y más tarde, a Juan de Herrera. Pero este título no volvió a ser concedido (Kubler 1986, 48; Blasco 2013, 123). De este modo, refiriéndose al siglo XVII, autores como Mª Victoria García Morales consideran, muy acertadamente, que «así como el término de Maestro de Obras es una realidad en el XVII, el de Arquitecto es una postura, deseada o asumida» (García 1991, 69).

Hay que reconocer que las grandes obras, como las de las catedrales, la de El Escorial, o la del Palacio Real de Madrid, podían considerarse como escuelas de Arquitectura, aunque no en el sentido actual (Prieto 2004, 27). Algunos en el XVII conseguían prepararse a través de escasos viajes a Italia —Francisco de Herrera el Mozo, José Jiménez Donoso (Blasco 2013, 353)— y la lectura de tratados. Pero la profesión de Arquitecto estaba todavía sin definir. El modelo de profesional del Renacimiento seguía sin cristalizar, y el único título que capacitaba entonces para que se pudiera ejercer la arquitectura era el de Maestro de Obras.

La necesidad de formar profesionales para la obra del Palacio Real de Madrid después del incendio del Alcázar en 1734, motivó la creación de la Academia de San Fernando. Así, en 1744 se funda la Junta Preparatoria, y en 1752, ésta se convierte en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Las clases se impartieron al principio en la casa del escultor Olivieri; después, desde 1745, en la Casa de la Panadería en la Plaza Mayor, de propiedad Real. Por fin, en 1772, la Academia se trasladó a la sede de la calle de Alcalá.

La Academia encontró serias dificultades para establecer los estudios de Arquitectura, sobre todo por no encontrar a las personas adecuadas, ya que el nuevo sistema entrañaba un cambio radical con lo establecido (García 1990, 188). La fundación de la Academia se hizo con actitud voluntarista, y los resultados no fueron los esperados. Se empezó con cuatro profesores de Arquitectura, tres de los cuales eran italianos y no hablaban español. Estos profesores recibían un salario de tres mil reales al año, cantidad que no aumentó desde 1752 hasta 1808, mientras que los miembros del Consejo de Castilla, por ejemplo, percibían cincuenta y cinco mil reales al año (Bédat 1974, 130). Por otro lado, estas retribuciones a los profesores de la Academia, además de tener carácter honorífico, se pagaban con retraso. Así, un profesorado sin vocación para la enseñanza y mal remunerado, hizo que los alumnos siguieran acudiendo a los estudios particulares de los maestros (Prieto 2004, 31). El absentismo de los profesores sin ningún interés por la pedagogía, solo fue mitigado en parte por las numerosas sustituciones de Ventura Rodríguez.

La asistencia de los alumnos fue también muy irregular. La Academia estaba abierta todo el día para aquellos que querían ejercitarse en el dibujo, pero las clases propiamente dichas sólo tenían lugar a partir de las ocho de la tarde. Además, se consideró que los meses de julio, agosto y septiembre debían ser de vacaciones, pero nunca se cumplió este calendario. En efecto, algunos años, el curso empezaba un mes más tarde «porque hacía demasiado calor» o acababa antes por exámenes, y, por supuesto, se suspendían las clases cada vez que tenía lugar algún festejo en la Plaza Mayor, pues la Casa de la Panadería era propiedad del Rey, que presenciaba desde allí los espectáculos (Quintana 1983, 81-2). Hay que entender que esta institución docente no era comparable a las actuales. En la casa de la Panadería, por ejemplo, llegó a haber estudiantes de nueve años (Prieto 2004, 259). Y los alumnos eran realmente indisciplinados, lo que obligó a encarcelar a los más belicosos y poner un cepo en la escalera de la Casa Panadería, pero nunca se estableció la disciplina, ni siquiera con la presencia de soldados, que eran cinco en la casa de la Panadería, y nueve en la sede de la calle Alcalá (Peset 2002, IV, 719).

En cuanto a la enseñanza de las matemáticas en la Academia, la inclusión de los exámenes teóricos y de matemáticas fue desastrosa. Quedaron vacantes los cuatro primeros premios en 1760 (Quintana 1983, 86).

El resultado de esta política fue que los arquitectos se formaban en los despachos particulares de los ya consagrados, lo que influía en una deficiente formación teórica, situación aprovechada por los Ingenieros Militares para hacerse con gran cantidad de obras civiles que, de otra forma, hubieran ido a manos de los arquitectos. La Academia se convirtió en una mera expedidora de títulos, no un centro de formación (Ausenjo 2009, 707).

Agustín Betancourt conocía bien la Academia de San Fernando, pues fue alumno de 1779 a 1781, y veinte años más tarde perteneció a dos comisiones para mejorar los estudios. El desorden que conoció allí le impulsaría a organizar con seriedad y disciplina la pequeña Escuela de Ingenieros de Caminos que fundó en 1802.

La idea de enviar a Roma a los discípulos aventajados de la Academia ya tenía precedentes en los reinados de Felipe IV y Carlos II (Quintana 1983, 93), pero las irregularidades en la adjudicación de pensiones de la Academia y el funcionamiento en Roma revelan un carácter improvisado que desmerece a la institución (Prieto 2004, 263). Hasta 1763, los pen-

sionados debían ocuparse de buscar alojamiento en Roma, y a la hora de presentar sus trabajos, los debían mostrar al Embajador de España los domingos en su casa, hasta que en 1758 se nombró a un Director de los pensionados (Bédat 1974, 217; Quintana 1983, 100).

La Academia de San Fernando estableció desde el principio la exclusividad de otorgar títulos de Arquitectos. Esta norma fue sistemáticamente transgredida desde ayuntamientos, tribunales, cuerpos eclesiásticos, gremios, y otros organismos. Entre otros, el Consejo de Castilla apoyaba a la Cofradía de Nuestra Señora de Belén de la parroquia de San Sebastián en Madrid, que seguía concediendo títulos de Arquitectos y Maestros de Obras. Como consecuencia, hubo un abierto enfrentamiento durante toda la segunda mitad del XVIII entre el Consejo de Castilla y la Academia (Navascués 1976, 2). Para aclarar la situación, en 1785 se pidió al Consejo de Castilla que elaborara un censo de Arquitectos, resultando que había en toda España cincuenta nominados por la Academia, doce habilitados por el Consejo de Castilla, y cuatrocientos cincuenta «que no tenían otro título que el de haber sido nombrados por un Ayuntamiento» (Bédat 1974, 343).

Los Ingenieros

En la segunda mitad del siglo XVIII aparecen tres modelos de Ingenieros: el Ingeniero civil inglés, hombre de obra y de taller, empresario y autodidacta; el técnico alemán, orientado a las condiciones prácticas de la profesión, y el ingeniero estatal francés, muy anclado en las matemáticas y las teorías físicas, modelo propuesto por la École Polytechnique (Silva 2005, II:146).

La superioridad de los ingenieros militares sobre los civiles es una característica común en toda Europa en la exigencia de su preparación y en su nivel científico (Silva 2005, II: 140). Ya había ingenieros militares en España desde tiempos de Carlos V. También los había en el XVII, aunque no estaban organizados en un cuerpo. Y las numerosas guerras de este siglo generaron una producción ingente de trabajo para ellos. Sin embargo, no se fundó un cuerpo especializado de Ingenieros hasta el siglo XVIII.

En fecha tan temprana como 1607, se fundó en Madrid la Academia de Matemáticas, Fortificación y Artillería, en la que se enseñaba geometría, matemáticas, dibujo, artillería, metalurgia y fortificación. Lamentablemente, fue disuelta en 1697. También hubo escuelas en Sevilla, Cádiz, San Sebastián y Mallorca. Fuera de la península, hubo escuelas militares en Bruselas, Milán, Nápoles y Sicilia. En la de Bruselas se formaron muchos ingenieros españoles a partir de 1670 (Cámara 2005, 91, 121), y entre sus alumnos estaba Verboom, que lideraría en España a principios del XVIII el Cuerpo de Ingenieros.

Acabada la Guerra de Sucesión (1701-14), al Cuerpo se le asignaron funciones muy amplias, que rebasaban las estrictamente militares. Construían palacios, edificios oficiales, hospitales, iglesias, barrios, redes de saneamiento, puentes, carreteras, canales, y fábricas. Proyectaron la mayor parte de las Fábricas Reales, aunque no quedaron al frente de ellas (Alonso-Viguera 1961, 5). El encargo de tan vastas funciones a los ingenieros militares muestra la debilidad, escasa preparación —o incluso inexistencia— de las corporaciones profesionales que podían haber colaborado en dichas tareas (Sellés 1988, 189).

La Academia de Matemáticas de Barcelona, centro de formación de Ingenieros Militares, se fundó en 1720. Era heredera de la de Madrid, disuelta en 1697. Se concedía una importancia especial a la arquitectura civil, además de a las matemáticas, hidráulica, artillería, delineación, cartografía, montea y cortes de cantería. Se impartía una formación rigurosa, origen de toda la ingeniería civil y militar de España. Admitían algunos civiles en sus clases (Silva 2005, II: 24). Esta Academia de Barcelona perduró hasta 1803, cuando se inauguró la Academia Militar de Alcalá de Henares (Muñoz 2004, 9, 114).

Durante el XVIII se crearon Escuelas de Matemáticas, además de en Barcelona, en Orán, Ceuta, Pamplona, Badajoz y Cádiz. En 1764 se fundó el Real Colegio de Artillería de Segovia, de alto nivel (Cámara 2004, 128-9). Fuera de la península, se fundaron Academias de Matemáticas en Cartagena de Indias (1725) y Venezuela (1760) (Muñoz 2004, 177).

La historia de estas instituciones en España muestra un continuo tejer y destejer. EL nivel de anquilosamiento en que a veces caían fue por falta de supervisión eficaz y por la diferente valía de sus directores (Silva 2005, II: 93).

Aun así, el nivel de preparación era excelente, y estaba muy normalizado. Todos debían seguir las mismas reglas al realizar los planos, como por ejemplo, utilizar el rojo y el amarillo, según los casos,

para lo que hay que derribar y lo que hay que construir, o lo realizado y la obra por hacer. Los mapas debían dibujarse a escala de una pulgada por 1000 toesas, o 1/72000, e indicar la orientación. Todos los planos debían llevar fecha y firma. La unidad de medida era la *toesa* francesa —seis pies franceses— a partir de 1718, y la *vara* castellana —tres pies castellanos— desde 1803 (Muñoz 2004, 160-3, 481). El resultado de esta uniformidad en la preparación hacía que estos ingenieros militares fueran intercambiables en las obras. Así ocurrió, por ejemplo, en la Fábrica de Tabacos de Sevilla. La obra transcurrió allí como si el encargo no lo hiciera la Corona a una persona, sino al Cuerpo en su conjunto.

Hay que mencionar que los jesuitas consiguieron en los años centrales del siglo XVIII —antes de su expulsión— intervenir activamente en la ingeniería militar española, no sólo a través del Colegio Imperial, sino también en el control de acceso a la profesión (Bassegoda 1972, 13; Capel 1988, 99).

Hubo en el siglo XVIII Ingenieros que operaron con gran dignidad en el campo de la Arquitectura. Así, por ejemplo Carlos Lemaur con el palacio Rajoy de Santiago de Compostela. Y hubo Arquitectos que trabajaron de forma igualmente meritoria en la Ingeniería Civil, véase a Ventura Rodríguez con el abastecimiento de agua a Pamplona, o José Martín de Aldehuela con el puente del tajo de Ronda.

Conclusiones

La obra del Palacio Real de Madrid, consecuencia del incendio del Alcázar en 1734, impulsó la creación de la Academia de Bellas Artes de San Fernando que, al poner en marcha cambios radicales en las profesiones de la construcción, se demoró en su aplicación en la vida real a lo largo de la segunda mitad del siglo, simultaneándose las nuevas profesiones con las antiguas durante varias décadas. Por otro lado, las formas de contratación de obras y de profesionales mantuvieron muchas de sus características a lo largo de siglos, hasta llegar a nosotros.

Lista de referencias

Albardonedo Freire, Antonio José 2000. «Fuentes legales sobre construcción: Las Ordenanzas de Sevilla (1527)». *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* 3-12.

Alonso Ruiz, Begoña 1991. *El Arte de la Cantería. Los Maestros Trasmeranos de la Junta de Voto.* Santander: Universidad de Cantabria.

Alonso-Viguera, José Mª 1961. *La ingeniería industrial española en el siglo XIX.* Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Astiazarain, María Isabel 1987. «Normativa para los exámenes de agrimensores y maestros de obras guipuzcoanos en el siglo XVIII». *Boletín de la RSBAP*. Año 1987. 217-233.

Ausenjo, Elena 2009. «Las matemáticas en la Ilustración hispana: Estado de la cuestión». *Actas del Congreso Ilustración, Ilustraciones.* San Sebastián: RSBAP, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales.

Barbeito, José Manuel 1992. *El Alcázar de Madrid.* Madrid: COAM.

Barrio Loza, José Angel y José G. Moya Valgañón 1980. «El modo de producción arquitectónica en los Siglos XVI-XVIII», *Revista KOBIE,* 10: 283-320. Bilbao.

Bassegoda Nonell, Juan 1972. *Los Maestros de Obras de Barcelona*. Barcelona: Real academia de Bellas Artes de San Jorge.

Bédat, Claude 1974. *L'Académie des Beaux-Arts de Madrid 1744-1808.* Toulouse: Publications de l'Université de Toulouse-le-Mirail.

Blasco Esquivias, Beatriz 1990. «El cuerpo de alarifes de Madrid. Origen, evolución y extinción del empleo». *Anales de Instituto de Estudios Madrileños* 18: 467-493.

Blasco Equivias, Beatriz 2013. *Arquitectos y tracistas. El triunfo del Barroco en la corte de los Austrias.* Madrid: Centro de Estudios Europa Hispánica.

Cámara, Alicia (coordinado por) 2005. *Los ingenieros militares en la Monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII.* Madrid: Ministerio de Defensa.

Capel, Horacio, J.E. Sánchez y O. Moncada 1988. *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII.* Barcelona: Serbal/CSIC.

Collins, Peter 1965. *Changing Ideals in Modern Architecture.* Londres: Faber and Faber.

De la Peña Velasco, Concepción 1984. «Declaración de aptitud para el ejercicio de alarife en el siglo XVIII: la consecución de la maestría». *Anales de la Universidad de Murcia.* Filosofía y letras, 43 (3-4): 141-162.

Falcón Márquez. Teodoro 1981. *El aparejador en la historia de la arquitectura.* Sevilla: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

García de Valdeavellano, Luis [1968] 1982. *Curso de Historia de las Instituciones españolas.* Madrid: Alianza Editorial.

García Morales, María Victoria 1990. *El oficio de construir: Origen de profesiones. El Aparejador en el siglo*

XVII. Madrid: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

García Morales, María Victoria 1991. *La figura del arquitecto en el siglo XVII.* Madrid: UNED.

Gómez López, Consuelo 1991. «Los Alarifes en los oficios de la construcción (siglos XV-XVIII)». *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie IV, Historia del Arte, 4: 39-52.

Gómez Ramos, Rafael 1981. «El libro del peso de los alarifes». *Actas del I Simposio Internacional de mudejarismo,* Teruel 1975: 255-267. Diputación provincial de Teruel. Madrid: CSIC.

González Tascón, Ignacio 2008. *Ingeniería Civil en España. Precedentes, historia y técnicas.* Madrid: Beatriz Presmanes.

González Velayos, Eduardo 2000. *Aparejadores. Breve historia de una larga profesión.* Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Guillén Marcos, Esperanza 1990. *De la Ilustración al historicismo: Arquitectura religiosa en el Arzobispado de Granada (1773-1868).* Granada: Diputación de Granada.

Kubler, George 1983. *La obra del Escorial*. Madrid: Alianza Editorial, S. A.

López de Arenas, Pedro [1619] 1633. *De la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes.* Sevilla: Luis Estupiñau.

Marcos Alonso, Jesús A. 1973-74. «Arquitectos, maestros de obras, aparejadores. Notas para una historia de las modernas profesiones de la construcción». *Revista CAU*, 22, 23, 24 y 25. Barcelona.

Muñoz Corbalán, Juan Miguel (coordinado por) 2004. *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares.* Madrid: Ministerio de Defensa.

Navascués Palacio, Pedro 1975. «Sobre titulación y competencias de los arquitectos de Madrid (1775-1825)». *Anales del Instituto de Estudios Madrileños,* 11: 123-136. Madrid.

Peset, José Luis (coordinador) 2002. *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla IV. Siglo XVIII.* Valladolid: Junta de Castilla y León.

Portabales Pichel, Amancio 1945. *Los verdaderos artífices de El Escorial y el estilo indebidamente llamado herreriano.* Madrid: Gráfica Literaria.

Portabales Pichel, Amancio 1952. *Maestros mayores, Arquitectos y Aparejadores de El Escorial.* Madrid: Rollan.

Prieto González, José Manuel 2004. *De munere divino. Aproximación a la formación del arquitecto en España hasta 1844.* Monterrey (Mexico): Universidad Autónoma de Nuevo León.

Quintana, Alicia 1983. *La arquitectura y los arquitectos en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1744-1774).* Madrid: Xarait.

Rodríguez de Villafañe, Santiago 1727. *Suplemento o adiciones al compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de Alarifes del maestro Diego López de Arenas.* Sevilla: Manuel Ángel Suárez.

Saint, Andrew 2007. *Architect and Engineer. A Study in Sibling Rivalry.* New Haven: Yale University Press.

Santamaria Almolda, Rosario 2000. «Los Maestros de obras aprobados por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1816-1858). Una profesión en continuo conflicto con los arquitectos». *Revista Espacio, Tiempo y Forma,* Serie VII, Hª del Arte, 13: 329-359. Madrid.

Sellés, Manuel, José Luis Peset y Antonio Lafuente (compilación de) 1988. *Carlos III y la ciencia de la Ilustración.* Madrid: Alianza Editorial.

Sigüenza, fray José de [1602] 1986. *La fundación del monasterio de El Escorial*. Madrid: Turner.

Silva Suárez, Manuel (coordinador) 2005. *Técnica e Ingeniería en España II. El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación.* Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Silva Suárez, Manuel (coordinador) 2005. *Técnica e Ingeniería en España III. El Siglo de las Luces. De la industria al ámbito agroforestal.* Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Terán Bonilla, José Antonio 1998. «Los gremios de albañiles en España y Nueva España». *Imafronte,* 12-13: 341-346. Murcia.

La construcción de las artes aplicadas en la arquitectura modernista: protagonismo de los oficios, los gremios y los artesanos en la ejecución material de obras arquitectónicas modernistas

Pedro Rovira

Esta ponencia trata de reformular una teoría existente que es el protagonismo de los artesanos en la construcción de los edificios modernistas. El interés recae en los principios, conceptos, y otras herramientas de análisis de la teoría.

Se organiza de la siguiente forma:

1. Introducción y presentación del fenómeno de la existencia de esos artesanos en la construcción modernista y su relación con los arquitectos de la época. Movimientos precursores.
2. Exposición de los principales estudios de los distintos oficios y artesanos surgidos, de la utilización de nuevos materiales por los arquitectos en la construcción de los edificios.
3. Discusión de las teorías existentes de la propia ejecución material de las obras por parte de los artesanos bajo la dirección de los arquitectos modernistas.
4. Propuesta de un nuevo desarrollo teórico en el estudio de las construcciones modernistas.
5. Aplicación breve a futuras investigaciones sobre las técnicas de construcción modernistas y sus constructores, entre ellos los artesanos más reconocidos.

Quiero comenzar mi ponencia enunciando unos principios idealistas de Morris sobre el valor de los edificios (Doménech Jorge, 2013). Para William Morris, los edificios tenían un valor muy elevado, espiritual, casi metafísico. Atribuía tres valores a los edificios: El valor sentimental, el valor testimonial e histórico y el valor artístico. El valor sentimental en el sentido que los edificios han sido morada de nuestros antepasados y solo por eso merecen respeto: el valor testimonial e histórico, al haber sido los edificios testigos mudos de importantes acontecimientos y reflejo de toda una época: el valor artístico al estar impregnados de los parámetros estéticos y artísticos imperantes en cada periodo.

La utilización de nuevos materiales en los edificios, como consecuencia del estilo modernista. Los arquitectos que siguieron esta corriente

Durante los años finales del siglo XIX y los años primeros del siglo XX, periodo de máximo esplendor y desarrollo de la Arquitectura Modernista, la construcción de estas obras modernistas, se desarrolló influenciada por decisivos cambios en las tendencias artísticas vividos en Europa como consecuencia de la explosión de nuevas actitudes ante el hecho artístico. Las consecuencias derivadas del estilo arquitectónico, en el dibujo de líneas y formas, que seguían las de la naturaleza, hará que las nuevas tendencias en cualquier construcción, evolucionen hacia un edificio artístico que será frecuentemente construido con nuevos materiales: vidrio, cerámica, hierro forjado, maderas de calidad, etc. y, que siempre será llevado a cabo por artesanos expertos que conocerán perfectamente las técnicas de las artes que aplicarán al utilizar esos nuevos materiales.

Los arquitectos de este periodo modernista, eran profesionales derivados en muchas ocasiones de los propios gremios, véase Gaudí, que provenía de la Calderería (Lahuerta, 2003), con enormes conocimientos y capacidades artesanales que sirvieron para desarrollar sus principios en los proyectos y posteriores realizaciones materiales de los edificios, basadas en los principios básicos del Modernismo. Para ellos, según avanzaba la construcción de los edificios, terminaban realmente su proyecto, es decir que el proyecto arquitectónico era muchas veces redefinido en un gran porcentaje del mismo e, incluso muchas veces se realizaba casi en su totalidad, durante la ejecución material de la obra, el proyecto y las ideas plasmadas en el mismo surgían en la construcción del edificio. Para los arquitectos de esta época, las construcciones y edificios no eran únicamente las estructuras y los elementos arquitectónicos básicos actuales, sino también todos los elementos de decoración y revestimiento, que siguiendo los patrones del modernismo o creados durante el periodo modernista, a veces por ellos mismos, se desarrollaron ejecutando y construyendo muchos edificios.

En España y más concretamente en Cataluña, con dos caminos o versiones distintas, se encontraban los arquitectos Antoni Gaudí y Lluis Doménech y Montaner, ambos por su particular modo de entender el modernismo y, la relevancia e influencia actual y mundial de ese modo de actuar, están siendo objeto, hoy en día de estudios, investigaciones y tesis doctorales (Rovira, 2015). Evidentemente son muchos más los arquitectos de aquella época que siguieron esta corriente estética, pero en relación al seguimiento más patente de su relación con los artesanos y su incorporación a la construcción de sus edificios tenemos otros dos que hay que resaltar que son *Puig i Cadafalch* y Josep María Jujol. Jujol, aparte de arquitecto era un magnifico pintor e incorporaba sus pinturas en sus edificios y en los que colaboraba con Gaudí, además incluso colaboraba con los artesanos manualmente realizando el mismo estucos y esgrafiados en algunas de sus construcciones.

La influencia de los movimientos europeos contemporáneos y de los precursores como el «Arts & Crafts»

Las primeras referencias que tenemos del Modernismo se producen en Inglaterra con los trabajos de John Ruskin (1819-1900), influenciado por el arte gótico, publicó una enorme cantidad de libros sobre literatura, pintura, arquitectura, escultura, estética y otras artes. Su extraordinario gusto por cualquier tipo de arte, le llevaba a apreciar tanto a los pintores primitivos italianos como a los pre-rafaelitas ingleses como a Turner.[1]

Ruskin fue un gran propagandista del arte. Sus ideas se popularizaron a través de sus libros que influyeron en el movimiento «Arts and Crafts», traducido al español significa arte y artesanías, que se caracteriza por la fabricación de objetos cotidianos diseñados por artesanos con la idea de un retorno a la naturaleza, formas graciosas, onduladas, delicadas, de un suave encanto, en las que son frecuentes vegetales, flores, insectos, peces, sirenas, dragones y pájaros de colores y colas espectaculares. En Inglaterra, Ruskin tuvo como seguidores a Edward Coley Burne-Jones (1833-1898), William Morris (1834-1896), Walter Crane (1845-1915) y otros, básicamente a través del mencionado movimiento Arts and Crafts, organizado alrededor de la «Arts and Crafts Society» fundada en 1888 y colaborando a un fuerte renacimiento de las artes. En Escocia, Charles Rennie Mackintosh, su mujer Margaret y su cuñada Frances Macdonald han de ser reconocidos como unos de los máximos representantes del Modernismo con la labor que llevaron a cabo a través del «Institute of Fine Arts of Glasgow» (1897-1909). Posteriormente otros arquitectos británicos como Henry Hobson Richardson y Richard Norman Shaw y también se han de mencionar los fantásticos trabajos del decorador James Abbot Mc Neil Whistler (1834-1903), junto con algunos trabajos del grupo de Mackintosh fueron denominados Modern style, a modo de la versión Británica de la arquitectura modernista.

El nombre de este movimiento varía según los distintos países: Art Nouveau, Modern Style en Inglaterra, Art Nouveau en Francia, Jugendstil en Alemania, Sezessionstil en Austria, Floreale o Liberty en Italia, Modernismo en España, Modernisme en Cataluña. De hecho, estas tendencias no son exactamente iguales en cada país, a pesar de que coinciden en el tiempo y tienen una estética común.

Como ejemplo de algunos arquitectos europeos que influenciaron al modernismo en España y más en concreto en Cataluña que llegaron a construir sus proyectos modernistas tenemos:

En Bélgica donde Victor Horta (1861-1947) construyó sus edificios rechazando estilos históricos, creando las bases de la arquitectura moderna.

En Francia Hector Guimard (1867-1942) nos muestra en sus estaciones de Metro de Paris y otros edificios como la Maison Louis Colliot 1897 en Lille, el Castel Béranger, el Palais León Nozal 1902, la Sala de Conciertos Humbert de Romans, el Chalet Blanc en Cabourg –Normandie–, la influencia del Modernismo con el «coup de Fouet» (golpe de látigo), expresión que significa el predominio de la curva sobre la recta.

En Austria el Modernismo bajo el nombre de Sezessionstyl está representado por Otto Wagner un arquitecto constructor de algunas casas excepcionales en Viena como la Majolikahaus de 1898, la Ankerhaus de 1894, el Wagner Palace de 1890/91 y algunas estaciones de ferrocarril.

En Alemania el precursor del Jugendstyl –nombre con el que se conoce el Modernismo– fue Marc Klinger (1857-1920), otras figuras son August Endell (1871-1925) arquitecto constructor de la Elvira Haus en 1886 en Munich.

Giuseppe Sommaruga (1867-1917) con su Hotel del Campo dei Fiori en Varese y el Palazzo Castiglione en Milán, Michelozzi con la Casa Via Scipione-Ammirato en Florencia, Ernesto Basile con su Capella de Santa Maria de Gesú y la Villa Igeia en Italia.

Artes y artesanos que surgieron asociados a la Arquitectura Modernista en España, en concreto en Cataluña

La cerámica fue muy utilizada en el Modernismo. Esto no es extraño si tenemos en cuenta que la cerámica se utilizaba tradicionalmente en Cataluña y Valencia para el recubrimiento de superficies en la edificación. Durante el Modernismo se utilizaron tres tipos básicos de *cerámica arquitectónica:* la típica baldosa, la cerámica moldeada con relieves y el *trencadís*, que es una decoración realizada con pequeñas piezas cerámicas rotas y por lo tanto irregulares y de colores variados en función del proyecto decorativo. Algunos importantes artesanos de la cerámica durante el Modernismo fueron *Pujol i Bausis,* Hipolit Montseny y los hermanos Oliva. Los diseños más importantes en su ejecución y, muy interesantes, son tal vez los que dibujó el arquitecto *Josep Maria Jujol* en el banco del trencadis del Parque Guell. Antoni Serra i Fiter (1869-1939) fue pintor y ceramista, convirtiéndose en el ceramista por excelencia del *modernismo*.

La técnica del mosaico: decorar superficies por medio de la introducción de pequeñas piezas de piedra, mármol, vidrio, cerámica, etc. fue una técnica muy utilizada durante el Modernismo. El dibujo lo hacían con frecuencia artistas como *Josep Maria Jujol* y Gaspar Homar y la realización la llevaban a cabo artesanos mosaicistas como Geroni Granell, *Lluis Brú* o Mario Maragliano (mosaicista italiano), los cuales trabajaron juntos en La Casa Lleo Morera de Doménech y Montaner.

El metal y sobre todo la forja de hierro, tuvo también una fuerte presencia en los edificios modernistas en elementos como las rejas, vallas, puertas, barandas construidas con hierro forjado por excelentes artesanos como Masriera i Campins y picaportes, tiradores, manubrios, etc. en bronce o latón. En La Pedrera de Gaudí, fueron famosos los balcones de forja de hierro, polémicos en la atribución de su diseño, ya que fue de Gaudí y no Jujol como algunos autores atribuyen erróneamente. Gaudí dirigió personalmente a lo largo de siete horas la forja de uno de los balcones que fue colocado en el chaflán, a la altura del tercer piso. Una fotografía de 1910 del constructor Bayó, ofrece este solitario balcón en el chaflán. Entonces Gaudí ordenó la forja de los otros a sus colaboradores, los hermanos Josep y Lluís Badia, insignes cerrajeros y forjadores con los que trabajaba desde las obras del Palau Güell, en 1886, y que hicieron el resto «alla maniera» como dicen los italianos. (Bassegoda, 1992)

El diseño de la madera en las puertas y la decoración con revestimientos de carpintería, es decir la marquetería (que es el arte o técnica de chapar o embutir piezas de madera en una estructura formando patrones decorativos, diseños o fotos), fue realizada por ebanistas cuidadosos y con maderas nobles y exóticas de gran calidad como la caoba, el plátano, polisandro etc. La técnica puede ser aplicada a techos, pavimentos, muebles, incluso paneles. Entre los arquitectos más conocidos como diseñadores y directores de las obras en madera en los edificios, los más importantes fueron *Antoni Gaudí*, *Josep Maria Jujol* y *Domènech i Montaner* y, entre los artesanos más conocidos en esta especialidad y época están: Joan Busquets i Jané, Gaspar Homar y Francesc Vidal i Jevellí. En un ámbito más especializado también *Alexandre de Riquer* destacó en esta especiali-

dad. Gaspar Homar, que también trabajaba el mosaico, quizás es el más famoso y trabajo con Doménech y Montaner y con Puig i Cadafalll.

Con el vidrio la tecnología de conocidos como diseñadores vidrieros catalanes se desarrolló extraordinariamente a consecuencia de los trabajos del arquitecto Joan Martorell i Montells, que fue el primero en recuperar el gótico catalán. Martorell trabajó conjuntamente con el vidriero Eudald Amigó para restaurar las vidrieras de las iglesias de Santa Maria del Mar y El Pí en Barcelona y construir las vidrieras del monasterio de las Salesas, el Paraninfo de la Universidad de Barcelona y otros. Las vidrieras modernistas incorporaron una amplia gama de colores y formas entre las que se puede citar el vidrio decorado, círculos, estrellas, serpentines y otros. *Alexandre de Riquer* hizo algunas aportaciones de interés. *Antoni Rigalt i Blanch* (1861-1914) fue pintor, dibujante y vidriero modernista. Aprovechando el gran auge que tuvo la aplicación de las vidrieras en la nueva corriente artística del modernismo, fundó junto con el *arquitecto Jeroni Ferran Granell* un taller de *vitrales* artísticos, dedicado tanto a la restauración de antiguos vitrales góticos, como a las nuevas realizaciones en colaboración con arquitectos, uno con el que más trabajó fue *Lluís Domènech i Montaner* con el que realizó la gran vidriera del techo del *Palacio de la Música Catalana* de Barcelona y las de la *Casa Lleó Morera*.

La introducción del material textil en el interior de los edificios, con diseños con dibujos de elementos textiles como tapicerías, cortinas, estandartes, banderas, escudos de armas, etc. está representado por arquitectos como *Puig i Cadafalch* (*estandarte de Ripoll*), *Antoni Maria Gallissà* (estandarte del Orfeó Català).

La pintura, junto con los yesos y los estucos, de cuya técnica Josep María Jujol, experto esgrafiador, era aparte de arquitecto, el mismo un artesano a la vez, ya que incluso con sus propias manos realizó grandes decoraciones. En el *Modernismo catalán* y como maestros tenemos a *Jeroni Granell i Mundet* y a *Josep Maria Jujol* (figura 4), pueden citarse los variados motivos que adornan edificios como la *casa Llopis Bofill*, *casa Gallissa*, *casa Magí Llobet Sala*, *casa Sansalvador*, *casa Bruguera.*

No podemos olvidarnos de los escultores y de los artesanos de la piedra, la cual labraban y daban formas inverosímiles al capricho de arquitectos como Gaudí y Doménech, tanto en exteriores como en interiores. Eusebi Arnau i Mascort (1863-1933), uno de los escultores más destacados del *Modernismo*. En la Casa Lleó i Morera realizó las esculturas de la fachada. Alfons Juyol (1860-1917) fue escultor especializado en su aplicación a la arquitectura. En la Casa Lleó i Morera participó en parte de la escultura de la fachada y el interior, y en la decoración del templete que corona la casa. Joan Carreras (1860-??) fue escultor y tallador, y gran colaborador de Gaspar Homar.

Recuperación del uso de los artesanos en la ejecución de las obras, bajo la dirección de los arquitectos que gustaban y difundían el uso de los oficios artesanos en estas obras

El papel de las Artes Decorativas fue esencial en el desarrollo de las construcciones modernistas en España y, la colaboración entre artistas/arquitectos y artesanos impulsó esta evolución. Se impuso así el uso de los artesanos en la ejecución de las obras de construcción y el desarrollo industrial, así como los nuevos valores sociales, que juntamente con la superación de la anterior rigidez del eclecticismo fueron esenciales para el triunfo de las nuevas ideas. Este desarrollo permitió la creación de una importante infraestructura de especialistas, artesanos, técnicos y artistas, lo que posibilitó la realización de cualquier tipo de construcciones, a veces con formas antes técnicamente imposibles.

El arquitecto se consideraba como un «director de orquesta» que dirigía a un grupo de personas especializadas en las diferentes artes del mosaico, vitral, cerámica, forja, etc.

Los arquitectos de este periodo eran profesionales con enormes conocimientos y capacidades para desarrollar sus ideas basadas en los principios del Modernismo. Para ellos, los edificios eran no únicamente las estructuras y los elementos arquitectónicos básicos, sino también todos los objetos decorativos creados durante el periodo modernista, a veces por ellos mismos. Este es el camino que siguieron Gaudí, Puig i Cadafalch, Domènech i Montaner y otros en Cataluña –por esta razón estos excepcionales arquitectos se clasifican no solo como a tales, sino también como decoradores y diseñadores de muebles, cerámicas, ornamentos textiles, etc.– como en otros países hicieron arquitectos como Guimard, Van de Velde, Victor Horta, Otto Wagner y otros.

Todos ellos tenían interés en reencontrar los métodos que los antiguos artesanos habían utilizado, para recuperarlos, adaptarlos y aplicarlos a la arquitectura modernista que iniciaba su expansión. Los contactos entre estos artistas y artesanos fueron muy provechosos, porque les permitían intercambiar experiencias, discutir propuestas y dibujar modelos. Dibujos que frecuentemente adoptaban la forma del «coup de fouet» (golpe de látigo) tan propio del modernismo, así como formas inspiradas en la naturaleza.

En este proceso, una iniciativa pionera creada con el objetivo de recuperar artes y procedimientos antiguos para aplicarlos a la nueva arquitectura modernista., fue el Café– Restaurante del arquitecto Doménech y Montaner, denominado Taller del «Castell dels Tres Dragons». El Taller se creó a raíz de la Exposición Universal del 1888, el acontecimiento más importante de la Barcelona de los últimos años del siglo XIX. Una vez clausurada, empezó el derribo de los pabellones y edificios de carácter temporal.

Al terminar la Exposición Universal fue convertido en taller de las artes aplicadas vinculadas a la arquitectura, dirigido por el mismo LLuis Doménech y Montaner y por Antonio María Gallisa.

Como el inmueble no estaba completamente acabado para la Exposición, el Ayuntamiento encargó a Domènech dirigir de nuevo las obras y convertirlo en Museo de la Historia. Domènech aceptó el ofrecimiento y para llevarlo a cabo, acabó la torre más alta, denominada Torre del Homenaje, la decoración y realizó otras reformas de acondicionamiento.

Al igual que el café-restaurante, otro planteamiento decisivo de la intervención de los artesanos en el modernismo, fue la instalación de varios obradores en los que tuvieron una importante presencia artistas como el escultor Eusebi Arnau, el vidriero Antoni Rigalt o el ceramista Pau Pujol y Vila (de la *fábrica Hijo de Jaime Pujol y Bausis*), a los cuales se sumaran arquitectos cómo *Gallissà* y Josep Puig i Cadafalch.

Propuesta de investigación de la construcción de la Arquitectura modernista a través de las obras más conocidas realizadas con las artes aplicadas y artesanos que desarrollaron esas artes

El estudio e investigación de la construcción en la época modernista, a la vista del protagonismo de los artesanos en la construcción de los más importantes edificios, debería realizarse por medio del estudio de los edificios donde se refleja la ejecución de las más importantes artes aplicadas y, ejecutadas por los artesanos expertos en la materia.

Todos los conocimientos que esta iniciativa permitió acumular, están hoy en día presentes en toda la geografía de España y en especial en Cataluña y, en centenares de edificios de arquitectos modernistas – Gaudí, Domènech i Montaner, Puig i Cadafalch, Gallissà, *Jujol*– que todavía presentan, en muchos casos, un estado de conservación notable y una belleza que se inscribe en la brillante historia del arte en Cataluña.

Como ejemplo de edificios modernistas con total presencia de artesanos en su ejecución tenemos los que se realizaron en la «manzana de la discordia» de Barcelona a principios del siglo XX

La «manzana de la discordia» es el nombre que recibe un tramo del Paseo de Gracia del Ensanche de Barcelona situado entre las calles de Aragón y Consejo de Ciento. En esta manzana del Eixample se encuentra un conjunto de cinco edificios: la Casa Lleó Morera de Lluís Domènech i Montaner, la Casa Mulleras de Enric Sagnier, la Casa Bonet de Marcel·lià Coquillat, la Casa Amatller de Josep Puig i Cadafalch y la Casa Batlló de Antoni Gaudí. Si bien todas son de reconocidos arquitectos del modernismo catalán, el apelativo popular de «manzana de la discordia» se refería principalmente a la rivalidad profesional entre los 3 genios del modernismo: Domènech i Montaner, Puig i Cadafalch y Antoni Gaudí. Cuando Gaudí se encargó de la Casa Batlló ya sabía lo que habían hecho los otros dos; de hecho, la presencia del arquitecto más sorprendente de todos ellos era el elemento que provocaba este nombre.El símil con un episodio de la mitología griega, con la Manzana de la Discordia, indica que los barceloneses todavía dudan cuál de las tres casas es la más bella: la Casa Lleó i Morera de Lluís Domènech i Montaner, la Casa Amatller de Puig i Cadafalch, o bien la Casa Batlló de Antoni Gaudí.

La Casa Lleó i Morera fue un proyecto encargado por Francesca Morera i Ortiz en 1902 al arquitecto Lluís Domènech i Montaner. En el Paseo de Gracia, 35 de Barcelona existía una antigua casa, llamada

Rocamora, construida en 1864 por el maestro de obras Joaquim Sitjas. Lluís Domènech i Montaner proyectó una reforma integral de la casa preexistente, utilizando gran variedad de materiales y que se extenderá hasta 1906.

Las cabezas las recuperó el portero de la finca, que más tarde las vendió a Salvador Dalí, quien las emplazó en el muro del patio de su Teatro-Museo de Figueras.

Francesca Morera i Ortiz heredó la casa de su tío, Antoni Morera i Busó, pero murió antes de ver finalizada la reforma. Fue su hijo, Albert Lleó i Morera, quien se hizo cargo de las obras, dándole el nombre con el que se la conoce actualmente, Casa Lleó i Morera.

Lluís Domènech i Montaner hizo una remodelación del anterior edificio, consiguiendo una auténtica obra modernista. Su propietaria le encargó derribar y reconstruir la fachada, colocar tres tribunas y balcones de piedra en los diferentes pisos, y hacer las obras del interior. El arquitecto, para poder realizar esta obra modernista, se rodeó de un grupo numeroso de artistas y artesanos, reconocidos por su capacidad creativa, como el escultor Eusebi Arnau, el mosaicista Mario Maragliano y el ebanista Gaspar Homar, entre otros.

Considerada una de las mejores obras modernistas por la intensa aportación artística de los mejores artesanos de la época, fue víctima del odio que los novecentistas profesaban hacia el estilo anterior. En 1943, el arquitecto Raimon Duran i Reynals firmó un proyecto de reforma de la planta baja proyectado por el arquitecto madrileño Francisco Ferrer Bartolomé por encargo de la firma Loewe para abrir una tienda, que comportó la pérdida definitiva de las ventanas modernistas y de las esculturas de Arnau de las damas modernistas con jardineras de la planta baja, destruidas a golpe de pico en la misma acera.

La fachada y el entresuelo fueron decorados con diferentes ornamentos, entre los que destacaban las esculturas de Eusebi Arnau que representaban dos parejas de figuras femeninas, pero que fueron destruidas en una reforma de los bajos de la Casa en 1943. En la fachada encontramos continuas alusiones al apellido de la familia, representando la flor de la morera con diferentes materiales, o las alegorías de los inventos del siglo XX. La fachada está coronada por un templete que excedía la altura permitida por el Ayuntamiento de Barcelona y por el que se tuvo que pedir el permiso necesario.

El estallido del Modernismo lo encontramos en el interior, con uno de los conjuntos mejor conservados de la ciudad: vitrales, mosaicos, cerámica, escultura, madera, mármol, esgrafiado, etc. El vestíbulo y la escalera nos muestran las diferentes artes aplicadas modernistas que los artistas y artesanos supieron plasmar partiendo de la idea y la dirección del arquitecto.

La Casa Batlló (figura 5) es un edificio obra del arquitecto Antoni Gaudí, máximo representante del modernismo catalán, donde se hace muy patente la íntima colaboración de los artesanos con el arquitecto. Se trata de una remodelación integral de un edificio previamente existente en el solar, obra de Emilio Sala Cortés. Está situado en el número 43 del Paseo de Gracia de Barcelona, la ancha avenida que atraviesa el distrito del Ensanche (Eixample), en la llamada Manzana de la discordia.

La Casa Batlló (Giralt-Miracle, 2013) es un reflejo de la plenitud artística de Gaudí: pertenece a su etapa naturalista (primera década del siglo XX), periodo en que el arquitecto perfecciona su estilo personal, inspirándose en las formas orgánicas de la naturaleza

El arquitecto se centró en la fachada, el piso principal, el patio de luces y la azotea, y levantó un quinto piso para los servicios de la casa (lavaderos y trasteros). Gaudí contó con la colaboración de sus ayudantes Francesc Berenguer, Josep Maria Jujol, Domènec Sugrañes, Josep Canaleta, Joan Rubió y Jaume Bayó i Font; del constructor Josep Bayó i Font (hermano de Jaume); los hierros eran de los hermanos Lluís y Josep Badia i Miarnau; los azulejos de Pujol & Baucis (Esplugas de Llobregat); la vidriería de Sebastià Ribó; y la carpintería de Casas & Bardés. Más tarde algunas puertas del primer piso tuvieron que cambiarse, tarea encomendada al ebanista Juan Martínez Gómez, que realizó unas reproducciones siguiendo el modelo original.

La Casa Amatller es un edificio modernista de Barcelona colindante con la Casa Batlló y cerca de la Casa Lleó Morera. Se trata de una reforma proyectada por el arquitecto Josep Puig i Cadafalch entre 1898 y 1900. En dicha reforma participaron los principales artistas y artesanos de Barcelona de aquella época y, se habla de 50 equipos de artesanos especializados. El estilo es una mezcla entre el gótico catalán y el flamenco.[2]

En la fachada pueden apreciarse las dos puertas asimétricas enlazadas por un San Jorge realizado por

el escultor Eusebi Arnau. Por toda la fachada hay un esgrafiado que se une con la cerámica de forma delicada.

El vestíbulo, como era muy normal en la época de su realización, estaba pensado para la entrada de carruajes; tiene ornamentación de lámparas y vitrales con dos escaleras, la más decorada y suntuosa para su paso al piso principal y la más sencilla para el resto de los pisos.

La fachada es plana y está decorada con un esgrafiado, como un tapiz de motivos florales que fue sacado de un encaje de la colección del propietario. Las variadas aperturas, las puertas, las ventanas y la tribuna, están embellecidos con finas esculturas de Eusebi Arnau que contó con la colaboración de Alfons Juyol. Son un verdadero regalo para la vista. La decoración integrada en las aperturas de la fachada es una de las características que Puig i Cadafalch adopta del repertorio decorativo del gótico catalán, sobre todo en los escudos heráldicos y figuras mitológicas.

Estos edificios son solo algunos de los ejemplos de la propuesta de estudio de los edificios más reconocidos en los que la intervención de los artesanos fue decisiva para su construcción, siempre bajo la dirección de los arquitectos de aquella época. Incluso actualmente, todavía nos queda un edificio modernista, en el que se siguen estudiando las técnicas de los antiguos artesanos de la piedra, mezclándolas o fusionándolas con las modernas y actuales técnicas existentes, ese edificio es «La sagrada familia».

Existen una cantidad de edificios, en pequeñas poblaciones incluso, que datan de esta época, en los que aún se desconoce el artesano o artesanos que intervinieron en su construcción, pero que denotan una cuidadísima ejecución y una calidad exquisita en los acabados.

Aplicación al estudio de los artesanos más reconocidos de la época que originaron métodos de trabajo en la construcción y ejecución de las obras modernistas

El contraste y desproporción entre el nivel de perfeccionismo de la obra modernista ejecutada y el de los planos o representación gráfica histórica de época-planos en base a los cuales se ejecutaron las obras, demuestra la innegable intervención de artistas y artesanos en el embellecimiento de la obra arquitectónica modernista. (Doménech Jorge, 2011)

En algunas ocasiones los artistas y artesanos están identificados, otras veces, la mayoría, su aportación es silenciosa y se realiza desde un injusto anonimato. Actuales trabajos de investigación en los campos de la historia de la arquitectura y de la construcción están dando a conocer a muchos de ellos. Como ejemplo de investigación ya corroborado se encuentra que la artesanía modernista catalana experimentó un fuerte crecimiento, especialmente a partir de los trabajos de Francesc Vidal i Jevellí (1848-1914), decorador, ebanista y fundidor, que tuvo una gran actividad como decorador de interiores.

Otras veces son los propios arquitectos, algunos muy reconocidos, los que ejercen de artesanos y crean técnicas artesanales que posteriormente, otros artesanos especializados perfeccionaran de una manera insuperable. Como ejemplo tenemos dos técnicas en las que Jujol en la primera y Gaudí en la segunda tuvieron un primer empuje en su uso y se convirtieron en generadores del uso de dichas técnicas en las construcciones modernistas. Estas técnicas artesanales son:

El esgrafiado es una técnica ornamental *arquitectónica* utilizada para la decoración en el enlucido y revestimiento de muros, tanto en el exterior como en el interior de edificios. En materia de *albañilería*, puede considerarse como una variedad o tipo de grabado realizado sobre una superficie estofada, a partir de dos capas o colores superpuestos que permiten revelar formas o dibujos al retirar o rallar la capa exterior. En los revestimientos de fachadas y decoración de algunos interiores suelen utilizarse plantillas con motivos geométricos seriados.[3]

El trencadis es un tipo de aplicación ornamental del mosaico a partir de fragmentos cerámicos,-básicamente azulejos, unidos con argamasa; muy habitual y característico en la arquitectura modernista catalana.Los arquitectos modernistas ya eran, quizá por respeto a los recursos estéticos de la albañilería mediterránea, aficionados al uso de baldosas cerámicas, pero fue Antoni Gaudí quien propuso un sistema que se consideró inédito: el «trencadís». Relata una anécdota de la vida del artista, que Gaudí fue al taller de Lluís Brú y al ver como colocaban las piezas, agarró una baldosa y una maceta y rompiéndola exclamó: «A puñados se tienen que poner, si no, no acabaremos nunca».[4]

Con el fin de conseguir *cromatismo*, se optó por la utilización de cerámica *esmaltada*, que ofrece colores vivos, aprovechando la superficie lisa y pulida junto con la superficie tridimensional de su arquitectura, para causar el máximo efecto de brillo al incidir la luz en las composiciones.

Entre los artesanos más reconocidos y que más intervinieron tenemos los siguientes:

Gaspar Homar i Mezquida (1870-1953)

Decorador y ebanista. Hijo de una familia de carpinteros, se trasladaron a Barcelona por las oportunidades que daba la Exposición Universal de 1888. Enseguida entró a trabajar como auxiliar en el taller de Francisco Vidal, para luego inscribirse para estudiar en la Escuela de la Llotja. Trabajó decorando el Palau Montaner, el Instituto Pere Mata de Reus y la Casa Burés. En la Casa Lleó i Morera diseñó el conjunto de mobiliario decorado con vidrios emplomados, marquetería y tallas de madera.

Antoni Serra i Fiter (1869-1932)

Fue pintor y ceramista, convirtiéndose en el ceramista por excelencia del Modernismo. En la realización de sus obras contó con la participación de escultores como Pablo Gargallo o Ismael Smith. Creó un obrador en Poblenou donde producía jarrones y vasijas. Una de sus obras más destacadas la realizó en la Casa Lleó i Morera, donde trabajó los arrimaderos cerámicos y mosaicos que encontramos en el comedor y que representan escenas del campo.

Lluís Brú i Salelles (1868-1952)

Mosaicista y escenógrafo modernista. Hijo de pintores, llegó a Barcelona muy joven, y enseguida recibió los primeros encargos de Lluís Domènech i Montaner. Realizó escenografías para el *Gran Teatro del Liceo*, y diseñó cerámicas para la fábrica Pujol i Bausis de Esplugues de Llobregat. Después de un viaje a Venecia, donde fue a formarse en el arte del mosaico, volvió a Barcelona y participó en la gran mayoría de obras modernistas. En la Casa Lleó i Morera trabajó las cerámicas y mosaicos de la escalera y el piso principal.

Mario Maragliano Navone (1864-1944)

Mosaicista italiano que vivió en Barcelona. Su formación fue de músico, pero aprendió la técnica del mosaico, muy extendida en Italia, sobre todo en Venecia. Viviendo en Barcelona trabajó con los grandes arquitectos del Modernismo y en sus obras como la Casa Amatller, el Hospital de Sant Pau y el Palau de la Música. En la Casa Lleó i Morera trabajó los mosaicos de los suelos, junto con Lluís Bru.

Antoni Rigalt i Blanch (1861-1914)

Pintor, dibujante y vidriero modernista. El empuje que tuvo el Modernismo, Rigalt lo aprovechó fundando junto con el arquitecto Jeroni Ferran Granell un taller de vitral. Trabajó en el Palau de la Música, en el Hospital de Sant Pau y en la Casa Trinxet. En la Casa Lleó i Morera realizó los vitrales, destacando la monumental vidriera que ocupa la parte posterior de la casa con la representación del árbol de la vida.

Eusebi Arnau i Mascort (1863-1933)

Gran escultor modernista, que destacó por la aplicación de este arte a la arquitectura. Nació en Barcelona y estudió en la Escuela de Bellas Artes, siendo discípulo de Agapit Vallmitjana. Por su taller pasaron escultores como Pablo Gargallo o Enric Monjo. Sus trabajos realizados en la Casa Lleó i Morera, la Casa Amatller, el Hospital de Sant Pau o el Palau de la Música, le posicionaron como uno de los escultores más destacados del Modernismo. En la Casa Lleó i Morera realizó las esculturas de la fachada, hoy desaparecidas tras una reforma del edificio en 1943, que representaban unas figuras femeninas abrazadas a una vasija. También esculpió los relieves escultóricos del recibidor del piso principal, donde se representa la canción popular de «La Dida del niño-rey».

Estos son solo algunos ejemplos de los artesanos más importantes de la época pero, al igual que se han dicho anteriormente con los edificios, aún hay una cantidad de ellos por investigar y estudiar. Un apasionante campo de investigación en la manera de construir en la Arquitectura modernista.[5]

Notas

1. Joseph Mallord *William Turner* (Covent Garden, Londres, 23 de abril de 17751 - Chelsea, Londres, 19 de diciembre de 1851), pintor inglés especializado en paisajes.
2. Caracterizado por la forma triangular plana de la parte superior de la fachada
3. *Esgrafiado*: El término, de origen italiano, sgraffiare, se aplica tanto a la acción artesana como al producto resultante.
4. *Trencadis*: término de la lengua catalana que podría traducirse como troceado o «picadillo».

5. La relación de artesanos detallada se refiere a los que más aparecen en la mayor parte de bibliografías, existiendo referencias en muchos libros y publicaciones.

Lista de Referencias

Bassegoda i Nonell, Juan. 1992. *Gaudí y Jujol*. El Temple, Enero-Febrero 1992.

Giralt-Miracle, Daniel. 2013. *Casa Batlló. Luz y color.* Barcelona: Tringle Postals.

Domenech, Jorge. 2013. *Del Modernismo al Funcionalismo*. Alicante: Universidad de Alicante.

Domenech, Jorge. 2011. *El modernismo en Alcoy. Contexto histórico y los oficios artesanales.* Universidad de Cartagena.

Lahuerta, Juan Jose. 2003. *Antoni Gaudí*. Milan: Electa Spa.

Rovira, Pedro 2013. *Arquitectura modernista Catalana: Domenech versus Gaudí*. Proyecto de Tesis Doctoral. UEM 2013.

Problemática de la autenticidad material en la restauración de la arquitectura del s. XX. Estudio de las ampliaciones e intervenciones en el Real Club Náutico de San Sebastián desde 1929 a 2015

Miguel Ángel Ruano Hernansanz

El Real Club Náutico de San Sebastián es una obra destacada en los comienzos de la arquitectura Moderna en España. Una obra que asumió totalmente los cinco principios lecorbuserianos incluso un poco antes de que el propio Le Corbusier realizase su mítica Villa Savoye. El ideario maquinista está llevado formalmente a sus límites con una descarada imagen de paquebote, aunque este extremo fuese posteriormente obviado por Aizpurúa y Labayen en la memoria escrita para la revista nº 3 de AC, probablemente por la banalización de la forma en muchas construcciones que se fueron realizando después (Medina 2011, 38).

Sea cual fuere el motivo del edificio, incluso si fue una locura de juventud como indica José Ángel Medina Murua (Medina 2011), lo cierto es que Aizpurúa y Labayen crearon una de las obras más importantes y atrevidas de la incipiente corriente moderna arquitectónica en España. Criticada y elogiada en su momento por sus atrevidas formas, en realidad estamos ante un edificio que mantiene un gran respeto y memoria por las preexistencias del local social del Real Club Náutico sobre el que se hizo el proyecto de ampliación de Aizpurúa y Labayen.

Objeto del estudio

Con casi noventa años de historia conviene echar un vistazo a las reformas que ha sufrido el Club a lo largo de su vida y realizar una valoración crítica de las mismas con el objeto de estudiar los aciertos y errores cometidos y analizar los problemas metodológicos en la intervención restauradora de la arquitectura del s. XX tomando como ejemplo este edificio.

El estudio y análisis de las reformas llevadas a cabo en el Náutico se ha realizado fundamentalmente mediante la consulta de las obras realizadas que se conserva en los archivos y en la bibliografía existente del edificio.

La ampliación del Real Club Náutico por Aizpurúa y Labayen

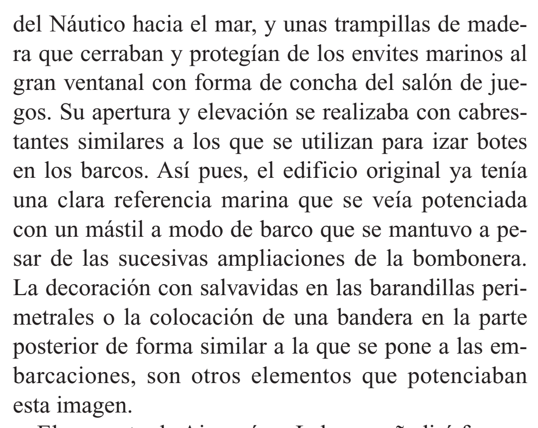
Recordemos algunas de las características de la ampliación de Náutico del proyecto construido de Aizpurúa y Labayen. Su construcción se realizó sobre un edificio anterior, el cual estaba constituido por unos muros de piedra de 1,20 metros de espesor cuya cubierta servía de terraza accesible. A pesar del espesor del muro, exteriormente había distribuidas a lo largo de la fachada unas pilastras Sobre ésta, había una pequeña construcción de madera llamada popularmente «la bombonera» que fue ampliándose con el paso del tiempo. En su versión previa a la ampliación de 1929, llegó a ocupar casi la mitad de la superficie de la terraza. La cubrición con lonas de la terraza también fue ampliándose con el tiempo, hasta ocupar la totalidad de la superficie del edificio. También conviene recordar la existencia de una escalera elevadiza que permitía bajar de la terraza por la parte exterior



Figura 1
Visita de Alfonso XIII y la Reina Victoria Eugenia al Real Club Náutico de San Sebastián (1928). Obsérvese los elementos existentes antes de la ampliación. (Fototeca Kutxa, Fondo Marín)



Figura 2
Real Club Náutico de San Sebastián (1929). (Fototeca Kutxa, Fondo Marín)



del Náutico hacia el mar, y unas trampillas de madera que cerraban y protegían de los envites marinos al gran ventanal con forma de concha del salón de juegos. Su apertura y elevación se realizaba con cabrestantes similares a los que se utilizan para izar botes en los barcos. Así pues, el edificio original ya tenía una clara referencia marina que se veía potenciada con un mástil a modo de barco que se mantuvo a pesar de las sucesivas ampliaciones de la bombonera. La decoración con salvavidas en las barandillas perimetrales o la colocación de una bandera en la parte posterior de forma similar a la que se pone a las embarcaciones, son otros elementos que potenciaban esta imagen.

El proyecto de Aizpurúa y Labayen añadirá formas vanguardistas y con una descarada inspiración naviera, pero con un escrupuloso respeto a lo existente. En efecto, podemos ver cómo el proyecto construido respetará la configuración de las pilastras haciendo coincidir la nueva estructura de pilotis cada dos de ellas. Conservará el mástil, el sistema de protección del ventanal y la escalera izable, aunque esta última desplazada para encajarla entre los pilotis. La «bombonera», la pequeña construcción de madera que fue derribada para hacer la nueva estructura de hormigón, será recordada cubriendo parte de la nueva planta baja, la que está a nivel de la calle Ijentea, con madera y con una configuración en casetones y huecos similares a los de la antigua construcción. La zona forrada será virtualmente el espacio aproximado que ocupaba la última «bombonera». También se respetará la división pictórica usando un color oscuro a modo de zócalo como se pintaba el local antes de la ampliación y cuyo color que se usará para otros elementos de la nueva construcción: escalera de acceso y de caracol en la terraza, elementos singulares, etc.

El Real Club Náutico será reparado en numerosas ocasiones debido a los temporales marinos. Las reparaciones y manos de pintura debían hacerse anualmente. En este sentido, la simplificación colorimétrica posterior parece ser que se debe a criterios funcionales y económicos debido a este mantenimiento periódico, por lo que el blanco acabó siendo el color que acabará imponiéndose en todo el edificio pocos años después de construirse.

Posiblemente, los daños más graves sufridos en la etapa previa a la guerra, fueron los sufridos en un

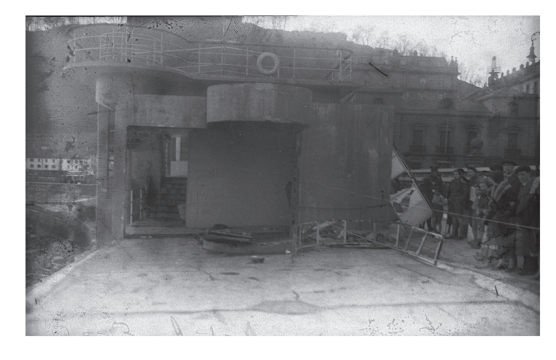


Figura 3
Real Club Náutico de San Sebastián (1934). Destrozos en el Club Náutico (Fototeca Kutxa, Fondo Ricardo Martín)

temporal en el invierno de 1934, el cual dañará el edificio en varias partes siendo el más grave el derrumbe del cuerpo de la escalera situado en la «popa» del edificio.

Reformas y ampliaciones en la etapa posterior a la Guerra Civil Española

Hasta 1946, las modificaciones que se producirán en el Náutico no serán muy significativas, destacando el cambio de baldosas de gran tamaño de la terraza por otras de menor tamaño. Esta intervención no está registrada, por lo que se desconocen los motivos del cambio como se puede observar en las fotografías que se conservan en la Fototeka de la Kutxa. Quizás fuese para solucionar problemas de permeabilidad de la terraza del Club. Pero la importante actividad social del mismo, siendo asiduos los diferentes miembros de los gobiernos, empezando por Alfonso XIII, pasando por los presidentes de la II República hasta el dictador Francisco Franco, hará que su actividad vaya creciendo. Ese año se solicitará la ampliación del Club con una taquilla y un guardarropa que se hará en la fachada sur ampliándola 1,35 metros, de modo que de la escalera sólo sobresaldrá la parte cilíndrica. Inicialmente esta ampliación no se pide expresamente que sea definitiva, pero desde el ayuntamiento se les da dicha concesión pidiéndoles «con el fin de no alterar la composición de las fachadas de este edificio cree que es preferible adelantar la totalidad de la fachada Sur en 1,35 metros para que de esta manera se conserve la línea actual del edificio» (AMDSS 1946). Será la primera obra que altere la volumetría del Náutico. Como vemos, en esta primera ampliación se muestra interés en que se mantenga la estética formal del Náutico.

En la documentación del Archivo Municipal de San Sebastián no existe documentación de cuándo se realiza la cubrición de las escaleras de la terraza de la planta baja que daban acceso a la antigua sala de juntas. Posiblemente se realizase en las mismas obras de 1946 ya que ésta eliminaba las ventanas del pasillo de acceso en la fachada este. En cualquier caso, este cerramiento se realizó entre 1946 y 1947, ya que en una fotografía de Paco Marí (Fototeka Kutxa 1947), ya aparece el cerramiento. Otras obras de cambio de distribución en la zona de cocinas con la construcción de una escalera que une la

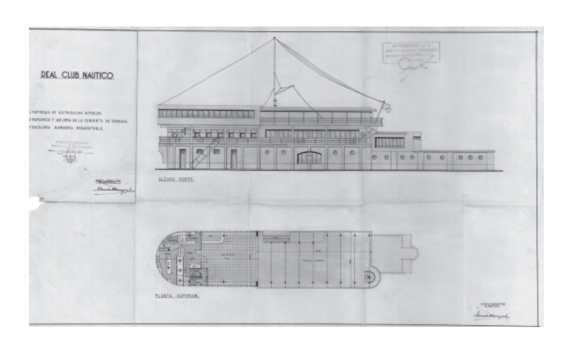


Figura 4
Plano del proyecto de Eduardo Olasagasti (1953). (Archivo Municipal de San Sebastián)

planta baja con el sótano, probablemente sean igualmente de estas fechas.

En 1953, un antiguo miembro del club cultural fundado por Aizpurúa, «Gu», Eduardo Olasagasti, será quien acometa una de las obras que a la postre más modificaría la silueta del Náutico. Su proyecto modificará la distribución interior de la planta superior, colocando en la «proa» las cocinas ubicadas originalmente en el sótano y un núcleo de aseos, eliminando toda la vista frontal del antiguo salón con ventanas corridas. En la terraza, el sistema de cubrición de lonas será sustituido por una cubierta rígida. La memoria del proyecto dice que «los elementos verticales tendrán solamente 10 × 10 de sección», para continuar más adelante «Entre formas se respetan los elementos de tubo que forman hoy el armazón del entoldado actual, de modo que la renovación no altere su aspecto» (AMDSS 1953). Finalmente la obra se ejecutará parcialmente y no como estaba en proyecto, creando una cubierta con una estructura más rígida y de pilares más gruesos que los proyectados y no se cerrará lateralmente como estaba previsto. Los planos y memoria de Eduardo Olasagasti contienen otra serie de propuestas que no se llevarían a cabo, como la unión de las nuevas cocinas de la planta superior con la terraza de la planta baja por medio de una escalera.

Este cambio también supone un aumento de la superficie de la terraza, al englobar con una nueva barandilla el voladizo que protegía la escalera de acceso desde el paseo marítimo. Aizpurúa y Labayen pretendieron dar una imagen de ligereza de la losa de cubierta, adelgazándola en los extremos para potenciar dicha intención. El sistema estructural quedaba

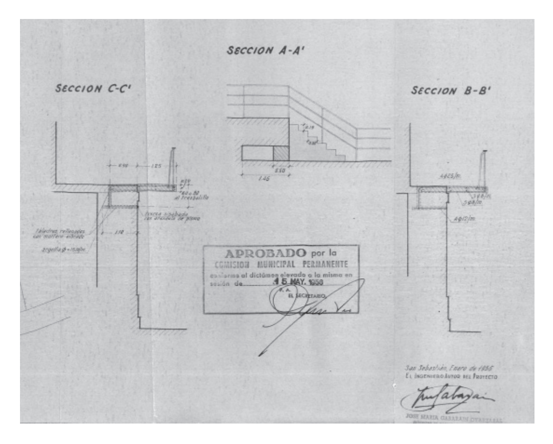


Figura 5
Detalle del proyecto de José María Gabaraín Oyazabal (1956). (Archivo Municipal de San Sebastián)



Figura 6
Real Club Náutico de San Sebastián (1950s). Obsérvese la nueva cubierta de la terraza superior, el voladizo de la terraza de la planta baja hacia la bahía y el cuarto de motores en el lado norte del edificio. Se puede apreciar los pilares colocados en la escalera de acceso y las chimeneas de las nuevas cocinas proyectadas por E. Olasagasti (Archivo Municipal de San Sebastián)

oculto dentro del edificio, pero el voladizo de la escalera quedaba visto, por lo que debido a su extrema delgadez, no era transitable. Al englobarlo ahora como parte útil de la terraza, Olasagasti añadirá dos pilares que apoyan en el antepecho de la escalera.

No hay información al respecto, pero las obras de las nuevas cocinas pudieron ser las que forzaron al cambio de carpintería de la parte curva de la primera planta. Estas ventanas mantienen una perfilería metálica delgada similares a las del proyecto de 1929, pero con un ancho de cada tramo menor con lo que se acentúa la curvatura de la misma, pero a la vez aumenta la presencia visual de la carpintería al aumentar sus divisiones.

Los cambios estéticos exteriores se sucederán de forma acusada en los siguientes años. Así en 1955, el arquitecto F. J. Pradera Machimbarrena (AMDSS 1955) no tendrá tanto cuidado en la estética y realizará un pequeño cuarto para guardar motores en el lado norte dando continuidad al basamento original a nivel de la calle Ijentea. A pesar de existir una diferencia de cota entre el nuevo cuarto de motores y el edificio original, la imagen virtual de «barco atracado junto al paseo», quedará parcialmente difuminada al darle continuidad y unirlo horizontalmente con el paseo marítimo, aunque será un proyecto inmediatamente posterior el que sentencie esta independencia del Náutico. Tan sólo un año más tarde, el ingeniero J.M. Gabaraín Oyazabal ejecutará una ampliación de la terraza de la planta baja hacia la Bahía de la Concha, volando la plataforma sobre el cuerpo original del Real Club Náutico sobre el que construyeron su proyecto Aizpurúa y Labayen. El vuelo implica la eliminación de los sistemas de izado de la escalera, ahora fija, y de la protección de madera que cerraba el gran ventanal del salón del sótano, que se abrirán a partir de ahora con dos portones de abatimiento en eje vertical. El mismo proyecto recuperará la escalera sellada por Aizpurúa y Labayen de acceso desde la calle Ijentea con la parte norte del edificio y unirá con una escalera la terraza de planta baja con la ampliación de 1955 desdibujando más la autonomía original del paquebote.

La cubrición rígida provocará que en posteriores intervenciones, la parte superior del Club acabe unificándose, primero en 1957 con la autorización para construir una escalera en la parte posterior del mismo, lado sur, con salida al paseo marítimo y posteriormente con la ejecución de un cerramiento de vidrio de toda la terraza según proyecto del Sr. Manuel Urcola (AMDSS 1963). En 1966 otro proyecto de reforma interior suprimirá definitivamente la escalera del proyecto de Aizpurúa y Labayen en el lado norte que unía el cuarto de bañistas con la planta baja, para aprovechar toda la superficie para despachos y oficinas, integrando la primera ampliación del Club en 1946 completamente al derribar el cerramiento original con el fin de ganar superficie en los nuevos despachos.

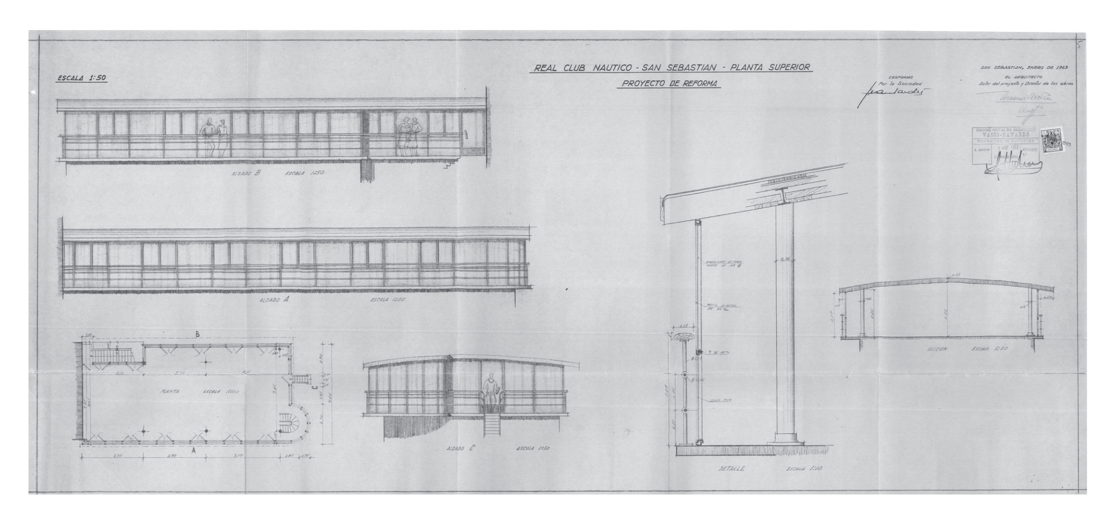


Figura 7
Plano de acristalamiento de la planta superior del Real Club Náutico firmado por Manuel Urcola (1963). (Archivo Municipal de San Sebastián)

No se ha encontrado información y no se ha podido precisar el momento en que la escalera de caracol se ciega, pero existen fotos de Paco Marí fechadas en 1964 (Fototeka Kutxa 1964) en la que se puede apreciar que la misma ya no existe. Igualmente sucede con el mástil que Aizpurúa y Labayen conservaron en su proyecto de ampliación y que será desplazado al cuerpo que acogió originalmente el bar del Club. No se puede especificar la fecha de cambio de lugar, pero en las mismas fotos indicadas anteriormente no se aprecia el mástil en la terraza, aunque el encuadre no da una perspectiva completa no pudiéndose asegurar tal afirmación. El proyecto de M. Urcola englobaba también una «impermeabilización de la cubierta, que no se ha renovado desde la última reforma realizada. Al mismo tiempo, se trata de reparar los pavimentos e instalaciones» (AMDSS 1963), por lo que es probable que para asegurar la estanqueidad de la cubierta, fuese desplazado el mástil en esta reforma, aunque no hay ninguna indicación específica al respecto. Hay unos planos de un proyecto de «acondicionamiento del Club Náutico», redactado por el arquitecto Félix Llanos Goiburo (AMDSS 1966) no ejecutado o ejecutado parcialmente, en que sí aparecen reflejados dicha escalera y el mástil en planta baja, pero no en la superior. El proyecto de reforma de este proyecto propone una modificación de la escalera de caracol, pero no su cegamiento completo. Se desconoce si hay un error de datación en las fotos o si los planos fueron copiados de unos anteriores sin revisar el estado actual del Club. En cualquier caso parece haber una contradicción entre ambos documentos.

Independientemente de cuándo se desplazara el mástil, su nueva posición será en una ménsula sobre cubierta del cuerpo superior del Náutico, el que fue destinado a bar según el proyecto de 1929. Dejará de atravesar las estancias que hay bajo el mismo, aña-



Figura 8
Fotografía terraza del Club Náutico (1964). Obsérvese a la derecha de la foto la posición de sillas en el lugar donde debería estar la escalera de caracol (Fototeca Kutxa, Fondo Paco Marí)

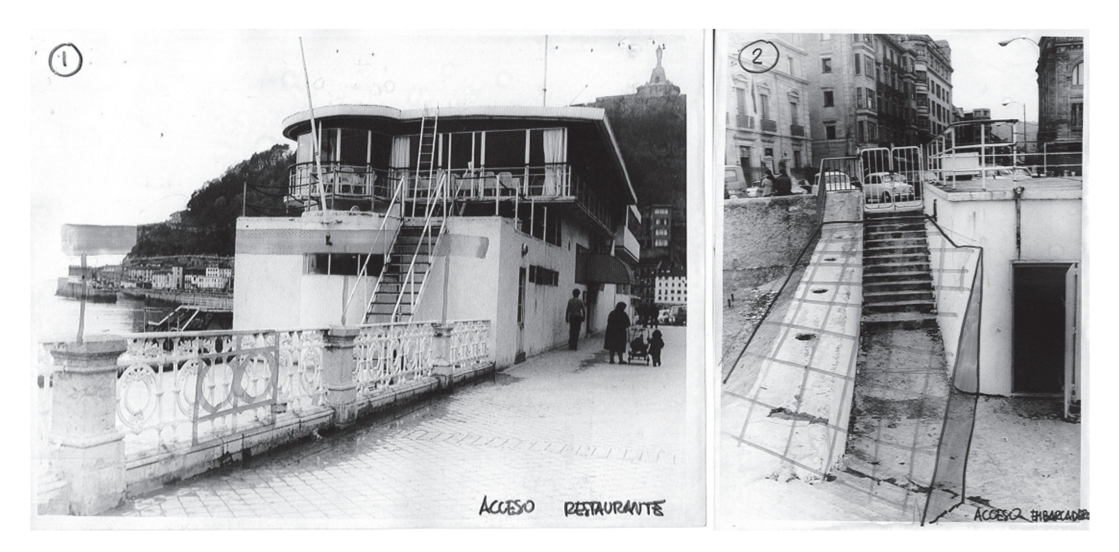


Figura 9
Fotografías del proyecto de reforma de los accesos al Real Club Náutico (1973). (Archivo Municipal de San Sebastián)

diendo unos sobreesfuerzos y sobrecargas a la cubierta que acentuarán los daños estructurales posteriores.

Seguirán produciéndose reformas, muchas de ellas ilegales como queda de manifiesto en una denuncia interpuesta por el Ayuntamiento de San Sebastián al administrador del Club Náutico en 1970 por la realización de obras sin licencia durante varios años (AMDSS 1970) y otras denuncias posteriores en 1980 (AMDSS 1980) y 1984 (AMDSS 1984).

En 1973 se abre definitivamente un acceso desde el paseo marítimo en el lado sur del Club con acceso a las escaleras construidas en el proyecto de 1957 creando un nuevo acceso a la planta superior. Este mismo proyecto propone la ejecución de una plataforma para unir el paseo con el embarcadero sin ne-

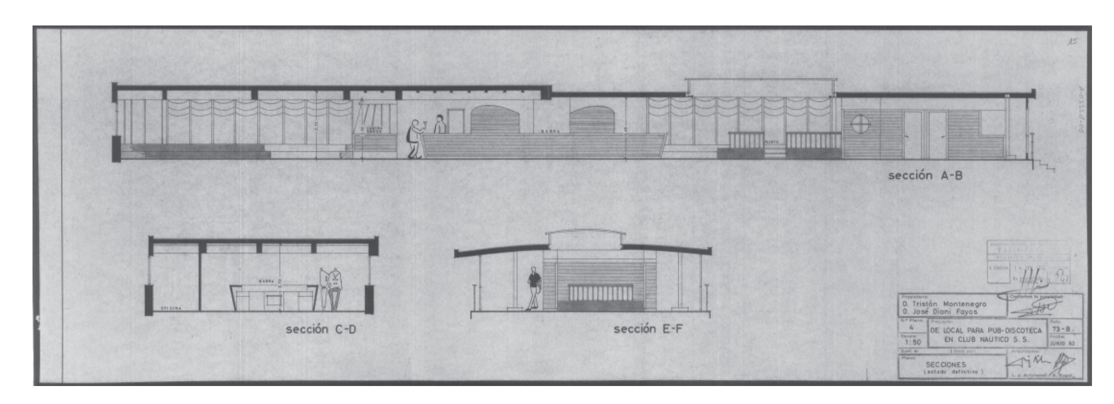


Figura 10
Plano de sección de la reforma del proyecto redactado por los Sres. Tristán Montenegro y José Dioni Fayos (1982). Nótese que la barra del bar queda en medio del antiguo cuerpo de bar y la cubierta de la terraza, dando unidad espacial al conjunto (Archivo Municipal de San Sebastián)

cesidad de bajar y luego subir escaleras. El proyecto facilita la accesibilidad al mismo, pero en cambio amplia y masifica el lado norte del Club, uniendo este lado ahora por completo al paseo borrando la imagen de objeto independiente,

En 1982 se producirá otra gran transformación del Club Náutico al realizar un proyecto de modernización de la planta superior para la realización de un «Pub-Discoteca», tratando toda la superficie como una unidad no distinguiendo ya la parte primitiva cubierta del bar y la terraza. Desde los años 60, el alquiler del bar representa unos importantes ingresos para el club y parece ser que la reforma de 1982 pretende consolidar y aumentar ese objetivo.

En la década de los 80 se producirán otra serie de reformas menores, de mantenimiento y sobre todo de recuperación de elementos destruidos por temporales. Seguramente estas obras de reconstrucción habrán sido habituales desde la construcción del edificio como ya hemos visto en algunos casos, pero no es hasta esta década cuando empieza a registrarse o pedir licencia de los mismos.

Recuperación del Club Náutico

En 1991 el arquitecto Manuel Arrue de Pablo ejecuta dos proyectos de forma simultánea. El primero la impermeabilización y mejora de las cubiertas del cuerpo original de Aizpurúa y Labayen y de la cubierta de la terraza añadiendo una capa de aislamiento. En ambos casos, además de la impermeabilización y aislamiento oportunos, elevará los perímetros y escuadrías de las cubiertas, dando una imagen más tosca de la cubierta de la terraza y del propio frente del Club. En este proyecto se indica el mal estado de las carpinterías y barandillas, sustituyéndose por unas nuevas con «las mismas escuadrías que las originales» (AMDSS 1991). En el caso de la carpintería de ventanas de la planta superior, mantendrá la división de carpintería como indica el proyecto, pero no respecto a la del proyecto original de 1929, sino según la distribución de la nueva colocada presumiblemente en 1953.

El segundo proyecto consiste en el refuerzo estructural del club, añadiendo unos angulares de acero para las vigas de cubierta de la planta superior y unas camisas, igualmente en acero, para los pilares de dicha planta. No se ha encontrado documentación al respecto, pero es de suponer que la planta superior será nuevamente reformada si no es en su totalidad, si en gran medida por la naturaleza de las obras descritas en el proyecto. La utilización de acero en un ámbito marino y en un edificio que es azotado intensamente por temporales de forma periódica, se antoja un poco «torpe» por las altas probabilidades de corrosión del mismo. Así se pondrá de manifiesto en la última intervención que tendrá el Náutico a partir de 2013. En cualquier caso, estas obras de 1991 se las puede considerar como la primera intervención de restauración del edificio más allá de las labores de mantenimiento y de reparación de desperfectos provocados por los temporales, aunque la intervención sigue unos criterios fundamentalmente funcionales más que patrimoniales.

De los años 90 no hay mucha documentación, por lo que se entiende que no se producirán importantes cambios salvo la reforma del salón de reuniones, ahora convertido en sala de conferencias a finales de la década con una imagen contemporánea alegada de la estética racionalista. Estas obras redescubrirán el ventanal con forma de concha del primer Club Náutico, ventana que en ese momento presentaba unas dimensiones muy reducidas posiblemente debido a alguna reforma tras algún temporal con el fin de minimizar daños al aumentar la resistencia reduciendo la superficie expuesta de la ventana. En la intervención, los arquitectos optaron por una decisión intermedia, mantener al interior la forma de concha y al exterior conservar una forma rectangular rebajando el muro en 40 cm en el lado de la costa con el fin de mantener «la propuesta de Aizpurúa para este lugar» (AMSU 2002). El resultado es que sólo se conserva la forma rectangular cuando los elementos de protección están cerrados, ya que al abrirlo, se ve dicho rehundido rectangular que lo que hace es enmarcar el hueco con forma de concha. Este rectángulo es además de mayores dimensiones que el ventanal de 1929 que nunca tuvo esa forma. Sí es cierto que existe un plano de Aizpurúa y Labayen con la ventana rectangular, pero en el proyecto ejecutado finalmente, a pesar de diferentes versiones que existen en los planos (Sanz Esquide, 1995), aprovecharon el hueco del ventanal original con forma de concha conservando el arco superior y regularizando los laterales por el intradós mediante el sellado de las formas curvas.



Figura 11
Memoria del «Proyecto de rehabilitación de elementos formales de fachada del edificio del Real Club Náutico de San Sebastián» (2002). Fotografía de la recuperación del ventanal con forma de concha (J.P. Samaniego Arocena y F. Zuzunaga)

Su inclusión en el catálogo del Plan General Urbano por primera vez en 1995, hará que las intervenciones a partir de este momento pasen por el control del departamento de patrimonio. Está protección se verá incrementada con la declaración de BIC del edifico por medio del Decreto 288/2000 de 26 de diciembre del Gobierno del País Vasco y publicado en el B.O.P.V. el martes 23 de enero de 2001, siendo el momento que determinará las nuevas actuaciones en el Náutico al exigir el propio decreto los elementos que deben protegerse:

Artículo 3.– Determinación de elementos objeto de especial protección.

Los elementos objeto de una protección especial en el edificio calificado son los siguientes:

- La volumetría original del edificio y su organización espacial.
- La envolvente original del edificio: los elementos perimetrales que conforman las fachadas exteriores del edificio con los diversos elementos que completan la composición de las mismas.
- La organización general de la estructura.

Para continuar en el siguiente artículo indicando los elementos que pueden modificarse:

Artículo 4.– Determinación de los elementos o aspectos del edificio modificables.

La determinación de los elementos o aspectos del edificio susceptibles de sufrir modificaciones tiene por objeto identificar aquellos elementos o actuaciones que entorpecen la correcta lectura del edificio original de 1929 y que no revistiendo un mayor interés podrán sufrir intervenciones…

- Ampliación sobre la terraza de la planta superior.
- Actuación sobre la escalera oeste de acceso a la terraza de la planta superior.
- Escalera sur desde la planta principal al cuarto de bañistas en planta baja.
- Cabina de salida de la barra del bar a la terraza de la planta principal.
- Cierres acristalados no originales de la escalera principal desde el paseo de la concha y de la terraza oeste de la planta principal.
- Escaleras metálicas de acceso a la terraza superior desde el sur.
- Fachadas, en lo relativo a recuperar la composición y tratamiento original de los elementos que las componen, distribución y tipos de huecos con despiece de carpinterías y tratamiento de las mismas originales.

Así, el proyecto de los arquitectos Samaniego y Zuzumaga recuperará el acabado de madera que envolvía la parte norte de la planta baja como recuerdo a la bombonera. La intervención añadirá una capa de aislamiento entre el acabado de madera y el muro de cerramiento. Se eliminarán también el forro de madera de los pilotis de la terraza de planta baja, devolviéndoles su color blanco. El proyecto hace referencia a otras intervenciones que no se llegarán a ejecutar, destacando la apertura de la escalera de caracol que subía de la terraza de planta baja a la superior. Igual que como sucede con el vuelo sobre la entrada por el paseo marítimo, la estructura de cubrición añade nuevas cargas, por lo que según señala el propio proyecto, para su apertura se necesitaría «un apeo en la estructura de la ampliación superior que llevara a descansar el pilar sobre un apoyo situado en el eje de la escalera» (AMSU 2002) El cubrimiento de la terraza superior es defendido Samaniego y Zuzunaga, tanto por las necesidades económicas del Club, como por ser «una arquitectura de gran calidad en sí misma, cuya estructura, sección y materiales responden perfectamente al lugar y al edificio sobre el que se encuentran» (AMSU 2002)



Figura 12
Fotografía de uno de los pilares del Real Club Náutico (2013). Obsérvese cómo ha desaparecido el acero en diferentes partes del encamisado de 1991 (Fotografía autor)

Salvo nuevos arreglos por desperfectos, no será hasta 2013 cuando se llevará una reforma integral de la planta superior. Las obras finalizadas a comienzos de 2015 solucionaron problemas estructurales, sobre todo de corrosión del acero de la estructura de hormigón del proyecto original, la sobrecarga y sobreesfuerzos de la nueva posición del mástil y de los problemas causados por el encamisado y refuerzos metálicos de 1991, desaparecidos en muchas partes por la corrosión marina.

El proyecto de José Ángel Medina Murua, mantiene el uso de toda la planta superior, que como vimos parece fundamental en un sentido económico para el Club, pero recupera conceptualmente algunos espacios del proyecto original. Elimina todas las carpinterías y vallas metálicas que no existían en la obra de Aizpurúa y Labayen, sustituyéndolo por vidrios continuos sin carpintería perceptible. Recuperará la división original de la ventana corrida de la planta superior, devolviéndole el color oscuro original y la



Figura 13.
Real Club Náutico (2015). Reformas realizadas por J.Á. Medina Murua (Fotografía Juan Ignacio Mendizábal)

delgadez de la carpintería de 1929. Los elementos que nos son originales son identificados con una gama de colores diferente y con formas actuales. Esta reforma fue protestada por un grupo de ciudadanos llegando a diferentes medios locales ya que «desvirtúa gravemente y afea la obra de Aizpurua y Labayen, denotando una absoluta falta de respeto por la misma» (cadenaser.com 2015).

Conclusiones

El Real Club Náutico de San Sebastián ha sufrido numerosas obras de reforma a lo largo de su historia. La ampliación de Aizpurúa y Labayen será considerada por la mayoría de los autores de las obras y reformas posteriores como el «proyecto origen» cuya imagen hay que mantener, sin tener en cuenta las preexistencias anteriores, y que el propio proyecto de 1929 se preocupa por recordar conservando diferentes elementos formales. Al prescindir de este estado inicial, las intervenciones realizadas irán borrando los enlaces con esa primera fase por la que la obra racionalista había sido proyectada. Esas mismas reformas, serán justificadas en la mayoría de los casos primero por su necesidad y posteriormente, como una forma de conservar y potenciar la imagen de paquebote del edificio. Esta preocupación de conservación está justificada la mayoría de las veces desde el punto de vista de la forma exterior, no siendo defendidas de igual forma para la distribución interior, la cual será mayoritariamente calificada en los proyectos como «insuficiente» o incluso «problemática».

Las reformas suelen partir de otras reformas anteriores, no del proyecto de Aizpurúa y Labayen, por lo que la acumulación de esos cambios hará que el edificio haya sido modificado considerablemente en el exterior y casi en su totalidad en su interior.

Otro de los problemas de conservación es el carácter frágil de los materiales y sistemas constructivos de la arquitectura racionalista de comienzos del S.XX. La delgadez y esbeltez de sus elementos, lo que les otorga su característica imagen de radical simplificación arquitectónica respecto a la arquitectura academicista precedente, hace que los mismos se deterioren rápidamente, tanto por uso como por degradación ambiental. En el caso del Náutico hemos visto que la fuerza de los temporales así como la corrosión y degradación de los materiales por el ambiente marino, hace que haya que sustituir y reparar los mismos cada poco tiempo. La desaparición de muchas industrias y materiales originales, así como la aparición de otros de mejor comportamiento y habitualmente incluso más económicos, complica una reposición material periódica de los mismos poniendo en peligro algunos de los valores patrimoniales del edificio.

El análisis de los problemas materiales y funcionales de la arquitectura contemporánea, no sólo ha de responder a criterios económicos, sino buscar un equilibrio con sus valores patrimoniales buscando en lo posible mantener la función original de cada elemento. Por otro lado, la realización de intervenciones partiendo del estado tal y como hemos encontrado el edifico e interviniendo al «estilo de la época», queda cuestionado en el caso de la arquitectura racionalista, ya que algunos de sus elementos más significativos han desaparecido por completo o están tan gravemente dañados que se hace imposible su conservación. La sustitución de los mismos por otros actuales puede provocar la pérdida de valores defendidos y promulgados tenazmente en las vanguardias arquitectónicas. Pero tal y como defiende Martín Capeluto, «la proximidad cultural obstaculiza nuestra perspectiva histórica, dándonos una falsa sensación de potestad sobre estas obras, hasta el punto de cometer falsos históricos» (Capeluto 2005). Es necesario por tanto buscar un consenso que supere las carencias de las teorías de restauración de la arquitectura histórica para la arquitectura del S.XX, proponiendo procedimientos y metodologías que permitan conservar su «autenticidad»; concepto que probablemente deberá ser nuevamente debatido para la conservación de las arquitecturas del siglo pasado.

Lista de referencias

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1928-1929-2110, Ijentea, 009 Signatura H-02519-10.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1946-1946-2110, Ijentea, 009 Signatura H-03499-27.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1953-1953-2110, Ijentea, 009 Signatura H-02519-13.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1955-1955-2110, Ijentea, 009 Signatura H-02519-14.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1956-1956-2110, Ijentea, 009 Signatura H-02519-15.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1957-1957-2110, Ijentea, 009 Signatura H-03501-06.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1963-1963-2110, Ijentea, 009 Signatura H-02519-16.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1966-1966-2110, Ijentea, 009 Signatura A-05231-05.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1970-1970-2110, Ijentea, 009 Signatura A-05295-02.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1973-1973-2110, Ijentea, 009 Signatura A-05298-15.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1980-1980-2110, Ijentea, 009 Signatura A-05453-34.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1982-1982-2110, Ijentea, 009 Signatura A-02320-05.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1984-1984-2110, Ijentea, 009 Signatura A-06031-12.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1991-1991-2110, Ijentea, 009 Signatura A-04198-17.

Archivo Municipal de San Sebastián (AMDSS). Año 1991-1992-2110, Ijentea, 009 Signatura A-04243-21.

Archivo del Servicio de Urbanismo del Ayuntamiento de San Sebastián (AMSU) 2002. Expediente AK02-2002-001265.

Archivo del Servicio de Urbanismo del Ayuntamiento de San Sebastián (AMSU) 2013. Expediente AK02-2013-000176.

Capeluto, Martín. 2005. «La conservación de las obras del GATCPAC y su autenticidad. Paradojas y contradicciones en los criterios de intervención en obras del Movimiento Moderno». En *DC Papers,* 3-14:174-181.

Medina Murua, José Ángel. 2011. *José Manuel Aizpurúa y Joaquín Labayen*. San Sebastián: COAVN. Delegación Gipuzkoa.

Sanz Esquide, José Ángel. 1995. *Real Club Náutico de San Sebastián. 1928-1929*. Almería: Colegio de Aparejadores de Almería.

VV.AA. 2005. *AC. Publicación del GATEPAC*. Colección Arquithemas, núm 15. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos.

Sistema constructivo de las murallas en las comunidades de Villa y Tierra. Los casos de Coca, Cuéllar y Montejo (Segovia)

Alicia Sainz Esteban

Formación de las Comunidades de Villa y Tierra

Durante los siglos de XI a XIII, se configura en la zona sur del Duero un entramado de villas y aldeas que muestra indicios de estar organizado, que parece responder a un esquema planificado. Este territorio es una zona de frontera muy extensa, tierra de nadie, sujeta a lo largo del siglo X a incursiones de Abd er-Rahman III y posteriormente de Almanzor, que arrasa con poblaciones enteras (Simancas en 983, *razzia* que arrastra consigo la destrucción de Coca, Sepúlveda y otras poblaciones). Al mismo tiempo, es un territorio donde la corona de castilla trata de impulsar pequeñas repoblaciones y fortificaciones de la mano de condes (Cuellar en 977, atribuida a los Condes de Monzón; Sepúlveda, Haza y Montejo en 1011 por el Conde Sancho Garcés y otras). No se trata de un área completamente vacía, pero con escasa población y sin apenas organización política.

En este panorama, el rey Alfonso VI decide modifica sus políticas con el objeto de impulsar un nuevo modelo de colonización de la frontera. Monsalvo (2003, 53) defiende que los sistemas concejiles arrancan a partir del año 1072, que es precisamente cuando se produce ese cambio en la política regia. La coincidencia en el tiempo de estas circunstancias, un territorio fronterizo amplio e inestable junto con incipientes soberanías locales, supone una mezcla clave para el comienzo de este sistema de dominio territorial. La conquista de Toledo fue muy importante para el desarrollo del sistema de concejos, ya que aunque no significó un dominio militar del área, facilitó el acceso a la colonización del territorio.

El objetivo de esta forma de colonización es principalmente militar, se busca conquistar territorio y para ello es necesario también formar milicias guerreras, para así poder combatir a los musulmanes (Monsalvo 2003, 45). De forma paulatina y cambiante, se va configurando un territorio dividido por comunidades, que poseen una villa cabecera y aldeas vinculadas a ella.

La creación del sistema político concejil de Villa y Tierra es un recurso novedoso en la época, debido la autonomía de gobierno de estas Villas y a la libertad de la que gozaban sus ciudadanos, impropia de la época medieval. En los fueros que se conocen de las Villas, como por ejemplo el fuero de Sepúlveda, aparecen reflejadas las autoridades propias, funciones políticas, la proyección territorial de la villa sobre el alfoz, así como las libertades vecinales. Existen referencias en los fueros donde se habla de que la población concejil asumía la defensa militar del territorio. También se cree que se produjo una transferencia de funciones políticas desde el realengo al concejo (Monsalvo 2003, 62).

Gonzalo Martínez (1983) dibujó planos de la hipotética distribución de territorios adscritos a cada villa cabecera. José M. Monsalvo (2003, 86) apunta a que estas delimitaciones fueron cambiantes a lo largo de los siglos y no estáticas, por lo que resulta difícil conocer con exactitud cuáles fueron los límites, o como evolucionaron a lo largo de la existencia de las Co-



Figura 1
Delimitación de las Comunidades de Villa y Tierra. (Elaboración propia)

munidades de Villa y Tierra. El plano a continuación se ha realizado en base a los dibujos de Gonzalo Martínez y pretende ilustrar el panorama territorial en estos siglos. Se ha sombreado en gris la zona correspondiente a los límites de la Diócesis de Segovia en la época.

Hipótesis de trabajo

La centralización de funciones de gobierno y otras actividades en una villa cabecera parece responder a una lógica organizativa y a una intención de uso eficiente de los recursos, dadas las duras condiciones de este territorio de frontera. El planteamiento de concentrar en una única villa las funciones principales significa simplificar y abaratar su defensa, y simultáneamente permite controlar territorios más extensos por villa. La villa depende a su vez de su entorno rural y de pequeñas aldeas. Dada la función defensiva de estas comunidades, es aceptable considerar que desde sus inicios se planteara la necesidad de defender la villa con una muralla. Félix Benito (2000, 78) indica que la villa, en el escenario de las Comunidades de Villa y Terra, es un lugar fuertemente protegido. En la actualidad, muchas de estas villas poseen murallas en situaciones diversas: restauradas, en ruina, o prácticamente desaparecidas. Las preguntas que cabe hacerse son las siguientes: ¿Existe una relación constructiva entre estas murallas?, ¿qué murallas existían previamente y cuáles fueron construidas o completadas a raíz de este nuevo modelo territorial?, ¿Puede el análisis constructivo arrojar alguna luz sobre estas cuestiones?

Dada la extensión tan importante de territorio donde se produjo el fenómeno de las Comunidades de Villa y Tierra y también la gran complejidad que supondría analizar todos los casos, ha sido necesario realizar una primera acotación para trabajar en las villas que abarcaba en la época la Diócesis de Segovia

Para este artículo se van a analizar los casos de tres de estas villas, Coca, Cuéllar y Montejo.

Caso de Coca

Coca aparece citada en varios documentos históricos que datan de este periodo (Martínez 1983, 446). Uno de los más interesantes data de 1181 y refleja la importancia de estas villas en la época. El 23 de abril de 1181, en Seligenstadt, Alfonso VIII y Federico I de Alemania conciertan el matrimonio de sus hijos Berenguela y Conrado. En este documento, figuran numerosas villas de la zona de estudio, como Coca, Cuéllar, Segovia, Pedraza, Fuentidueña, Sepúlveda, Ayllón, Maderuelo y otras. Estas villas forman parte del acuerdo y asienten a una decisión política, que en este caso es el compromiso matrimonial. Los caballeros villanos, los prohombres de estas villas, son garantes de este acuerdo (González 1960, 857-863, Doc. nº 499).

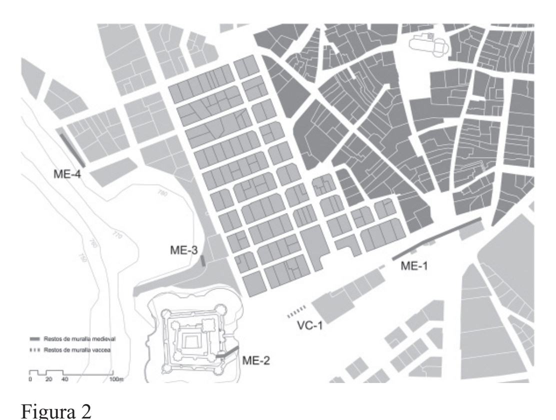


Figura 2
Esquema de restos de muralla en Coca. (Elaboración propia empleando datos del Portal de la Dirección General del Catastro)

De acuerdo con Francisco J. Blanco (1991, 434), la muralla propiamente dicha es mencionada en varios documentos del Archivo Municipal de Coca, como la Ejecutoria y Ordenanzas de la Villa y Tierra de Coca de 1583, otros documentos que reflejan pleitos, decisiones acerca de la muralla e incluso que describen el trazado de la muralla medieval.

En cuanto a los restos existentes de muralla en Coca, se pueden ver encontrar en distintas zonas de la villa. Los más evidentes se sitúan en la zona sur del núcleo, donde recorren una longitud de 120 metros aproximadamente (ME-1). Este tramo contiene la única puerta de la muralla que se conserva, la Puerta de la Villa. Cuenta además con 4 torres, dos de ellas de planta rectangular y otras dos con planta semicircular.

Además de este tramo, existen restos junto al castillo, en su parte sureste (ME-2). En este caso, los restos incluyen un lienzo de 30m con una torre poligonal. Entre estos dos tramos, siguiendo la línea hipotética de la muralla medieval, se han documentado recientemente restos de una antigua muralla vaccea realizada con adobes y grafiada en la figura 2 como VC-1 (Blanco 2014).

En la zona noroeste, existen restos de muralla que se encuentran en el borde de la ladera (ME-3 y ME-4). Se elevan escasos 50 cm sobre el suelo, y la vegetación oculta parte de su recorrido. Algunos fragmentos de la muralla se han desprendido y se han desplazado ladera abajo. Juan F. Blanco (1991, 439) ha documentado otros fragmentos desprendidos de muralla en el norte y noroeste del núcleo.



Figura 3
Tramo ME-1 de la muralla en su alzado sur. (A. Sainz-27/04/2015)

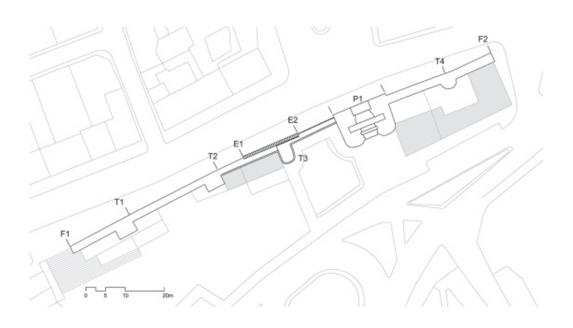


Figura 4
Plano del tramo ME-1 de la muralla de Coca (Elaboración propia sobre Cartografía 1:1000 suministrada por el Centro de Información Territorial de Castilla y León)

Análisis de lienzo T1-T2 en el tramo ME-1

El sistema constructivo en el tramo ME-1 de muralla muestra gran homogeneidad. De forma generalizada, se emplea el sistema de tapial. Se realiza con cuarcita roja y pizarra, tierra y cal. En todo este tramo, son perceptibles las líneas de encofrado del tapial. Se observa la presencia de almenado en las torres y desde T2 al extremo oeste. En la zona de la puerta, y en las coronaciones de algunas torres, se emplea el ladrillo a modo de ornamentación, probablemente en intervenciones posteriores.

El lienzo analizado, T1-T2, tiene límites muy precisos. En la figura 6, se observa, a izquierda y a derecha, líneas verticales que aunque son irregulares, son continuas y limitan un lienzo construido de una sola vez. Este tramo cuenta con seis hiladas de bloques y en la coronación no presenta almenas. Los bloques se han dibujado sobre la ortofotografía en base a las marcas visibles en el paramento. Los mechinales localizados se han utilizado para completar, de forma hipotética, algunos de los bloques. A partir de este análisis se puede extraer las medidas más habituales de los bloques en este tramo. La altura del bloque es de 120 a 130 cm, la anchura es de 280 a 290 cm y el espesor ronda los 180-200 cm. Se observa también un desnivel de descendente de izquierda a derecha en la muralla, al que se alinean las hiladas de bloques, quedando a su vez, inclinadas respecto de la vertical.



Figura 5
Alzado norte del T2-T1, donde es visible el límite vertical del tramo. (A. Sainz-11/02/2014)

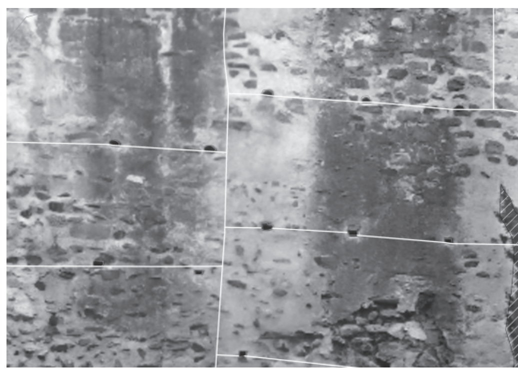


Figura 7
Discontinuidad de lienzo, a la altura de T1, visible por el salto entre las líneas de mechinales. (Elaboración propia)

En el análisis de los límites verticales, se puede apreciar una cierta continuidad en los niveles de hiladas en el límite izquierdo, mientras que en el límite derecho se aprecia un desnivel de aproximadamente 30cm (figura 7), que apoya la hipótesis de que este lienzo T1-T2 es una unidad y se realiza de una vez, y es distinto de los lienzos contiguos.

En el análisis del bloque de manera aislada, se observan características de gran interés. Es muy habitual que, en todos los bloques, al menos uno de sus límites verticales se configure mediante una columna de piedras planas, dispuestas así ex profeso (figura 8). Esta técnica parece similar a la descrita por Fernando Cobos (2012, 110-113) para el castillo de San Pedro de Latarce, donde en la elaboración del encofrado, para cerrar las caras que quedan en el interior del muro, la primera se apoya en la cara interna de bloque anterior y para la segunda se construye con un murete de piedras, con grosor de hasta cuatro cantos rodados, que funciona como encofrado. En el caso del lienzo de estudio, se muestra únicamente una piedra alargada, diferente del resto de piedras usadas en el bloque. Como explica Fernando Cobos (2012, 123) en el caso de San Pedro de Latarce, este cierre de cajón con murete también indica la dirección de construcción de los bloques, ya que se conoce cuál es el lado cerrado en último lugar.

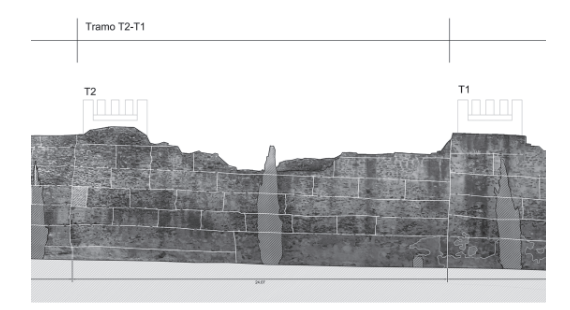


Figura 6
Cara norte del lienzo T1-T2 del tramo ME-1 de la muralla. (Elaboración propia)



Figura 8
Bloque cuyos límites se perciben en el paramento (A. Sainz-27/04/2015)

En la figura 8 también se puede observar cómo es la disposición de piedras en la línea de mechinales. Esta colocación parece sugerir que, antes de realizar el encofrado o simultáneamente a la realización, se situaban piedras en la base del cajón para ordenar la posición de las agujas del encofrado, en una única hilera. En los huecos que vemos ahora se colocarían las agujas flanqueadas por las piedras.

Análisis de otros tramos

Pegado al castillo, junto a la torre sureste, se encuentra otro fragmento de muralla medieval que comparte características con los restos anteriormente descritos. Este tramo tiene una longitud de 30 metros aproximadamente y queda integrado en el castillo. Posee una torre de planta poligonal, y un trozo de lienzo.

Este tramo es de gran interés, debido a su heterogeneidad: son visibles, sólo en esta parte, materiales y sistemas constructivos distintos que parece apuntar a distintas épocas o etapas de construcción. La torre muestra 7 caras, y ello junto con su disposición permite deducir que su planta es un semi-dodecágono. Torres Balbás (1985, 580) indica que la planta dodecagonal aparece únicamente en la Torre del Oro de Sevilla, hecho que acentúa la singularidad de esta torre. En la figura 9 se pueden distinguir dos formas distintas de construir la muralla. En el zócalo, se observan piedras reutilizadas de granito, arenisca y otros



Figura 9
Alzado sur del tramo ME-2, pegado al castillo (A. Sainz-27/04/2015)



Figura 10
Extremo oeste del tramo ME-2 (A. Sainz-11/02/2014)

materiales, que tiene tamaños y formas diversos. Se colocan formando hiladas irregulares. En la parte más baja se ve una hilada de hasta cinco piezas de granito similares, con forma cuadrada, y una sexta más a la derecha con forma rectangular. Estas piedras no se ven en el resto de muralla existente, a excepción de algún caso aislado, como en la base del lienzo sur T1-T2. La torre poligonal emplea los mismos materiales utilizados en el zócalo, piedras de granito irregulares, sillares erosionados y heterogéneos, aparentemente reutilizados de otras construcciones anteriores. Sin embargo, las piedras se han elegido cuidadosamente y se adaptan a la geometría poligonal en sus esquinas. En las aristas verticales de la torre, se apilan piedras de color y material similares haciendo coincidente la esquina tallada de todas ellas. Miguel A. Martín (2014, 167) establece una relación entre las torres poligonales de la muralla de Segovia y esta torre de Coca. En ambos casos, la forma de generar las aristas de las torres es muy parecida.

En el extremo oeste del tramo ME-2 se puede ver, en la parte interior del muro, bloques de tapia de cal y canto, con materiales distintos a los visibles en el tramo ME-1 (figura 10). En ME-2 se emplean cantos rodados, tierra y cal y la forma de realizar el encofrado no se corresponde con la que se emplea en el tramo ME-1. La toma de medidas en estos bloques es muy complicada, ya que se encuentran erosionados y solo son visibles algunas de sus partes, y no en su totalidad. Estos bloques no tienen materiales cerámicos en la mezcla empleada para su ejecución.

Los restos de la zona oeste de la villa (ME-3 y

ME-4) se construyen con tapia de cal y canto, similar a la existente en el interior del muro en la figura 10. En algunos de los bloques, se puede apreciar la presencia de trozos de ladrillo o piezas cerámicas.

Caso de Cuéllar

En el año 2007, se inició la restauración y reconstrucción de la muralla de Cuéllar. Se desarrolló en dos fases, la primera de ellas se hizo cargo de gran parte del trazado, y la segunda fase se ocupó del tramo desde la torre de Santiago hasta la plaza del Estudio. En esta restauración se construyeron nuevos lienzos con el objeto de completar el trazado. El análisis de los lienzos de muralla original se hace más difícil una vez concluida una restauración, ya que quedan ocultos muchos elementos constructivos que son de interés.

A continuación se muestra un tramo de muralla que se sitúa junto a la puerta de San Basilio (figura 13). Se trata de la cara interior de la misma, cercana al castillo. En este tramo se observa una parte de la muralla original, en la parte inferior, y sobre esta la nueva muralla añadida en la restauración. Este añadido es almenado y permite recorrer la muralla a la altura del adarve. En el tramo original se ha tratado de identificar los bloques de tapia, observando las divisiones que, en muchas ocasiones, son visibles en el muro; y tratando de localizar los mechinales y empleando su ubicación para determinar, de forma hipotética, los límites del bloque. Este análisis sobre la ortofotografía permite extraer medidas de los bloques identificados. En este tramo las medidas extraídas del bloque son de 115-120 cm de altura y 265-280 cm de anchura. El espesor de la muralla varía a lo largo del trazado. Es este punto no se puede realizar una medida directa.

En algunos puntos, sobre todo en la zona inferior, son visibles restos de las tablas empleadas en el encofrado del bloque. En relación con la colocación de piedras en la realización del bloque, en este caso, no se han encontrado marcas evidentes de colocación de piedras como ocurre en el caso de Coca.

En la figura 14, se observa una imagen de detalle



Figura 11
Muralla de Cuéllar en la zona de San Basilio. (A. Sainz-20/08/2014)



Figura 12
Muralla de Cuéllar en la zona de San Basilio antes de su restauración (Fuente: Fotografías cedidas por Hnos. Nieto a Ayto. Cuéllar en http://www.murallasdecuellar.es/el-antes-y-el-despues-de-la-restauracion/)

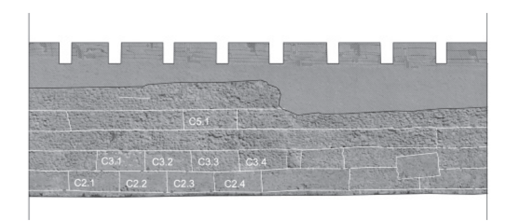


Figura 13
Ortofotografía que muestra el tramo interno de la muralla entre la puerta de San Basilio y el castillo. La zona superior sombreada es la parte reconstruida de la muralla. (Elaboración propia)

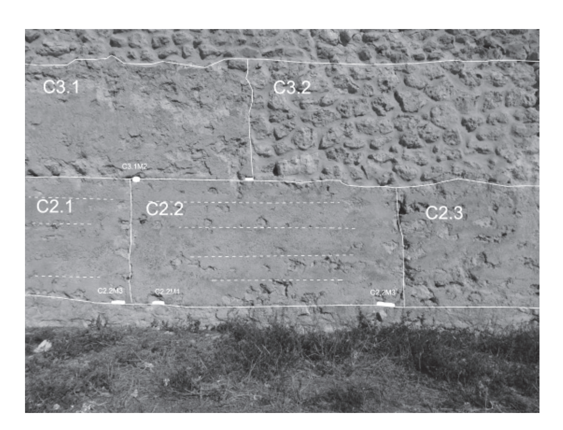


Figura 14
Detalle de la base del tramo analizado. (Elaboración propia)

de la base del tramo analizado. Los bloques C2.1, C2.2, C2.3 y C3.1 conservan el material de relleno de las piedras de vertido, es decir el material que quedaba pegando con el encofrado. Se han indicado, con líneas dibujadas a trazos, las marcas que han quedado de las tablas empleadas en el encofrado. El bloque C3.2 presenta un acabado diferente, son visibles las piedras de forma evidente.

Caso de Montejo de la Vega de la Serrezuela

En Montejo existen varios ejemplos de arquitectura defensiva, situados en distintos puntos del núcleo. Cada uno de estos casos presenta características diferentes, ya sea por los materiales empleados, por el sistema constructivo utilizado o por la tipología a la que pertenecen. En las zonas más elevadas del núcleo, existen restos de lo que podrían ser antiguas construcciones defensivas. Los restos más importantes se corresponden con la elevación de la zona noroeste, donde queda en pie un tramo de muro de 25m de longitud aproximadamente, junto a la base de una torre. Se construyen empleando la técnica de tapial. Opuestamente a esta ladera se encuentra otro cerro en el lado este, donde se puede encontrar un tramo de muro de escasa longitud y poca altura.

En la zona norte del núcleo, alejado notablemente de las edificaciones del pueblo, en torno a los 600 metros de distancia, en un terreno llano, en pleno valle, se yergue un muro de aspecto defensivo. Se trata de una pared de 20 m de longitud, y altura de aproximadamente 8 metros. Su espesor varía de 100 a 110 cm. Es completamente ciego y presenta un estado de conservación relativamente bueno. Se construye con el sistema de tapia encofrada y son visibles hasta 7 hiladas de cajones. En el paramento se pueden observar mechinales, huecos vacíos que en su día contuvieron agujas. También son visibles, en algunos puntos, las marcas horizontales de la tablazón del encofrado. Este muro se encuentra recogido en el inventario de la Asociación de Amigos de los Castillos, donde es denominado «El Caserón», y donde se indica que su origen es desconocido y que bien podría tratarse de una casa fuerte. El Ayuntamiento de Montejo, en respuesta a una consulta en relación a esta construcción, ha indicado que carece de información ya que el Archivo donde podría existir algún dato se quemó. En cualquier caso, dado el desconocido origen de este muro, y su aspecto imponente en pleno valle, se ha considerado necesario realizar un análisis de su sistema constructivo, con el objeto de recabar más información del mismo.

Esta construcción tiene una longitud de 20 m aproximadamente. Se compone de 8 hileras de bloques de tapia, cada uno de ellos con una dimensión que varía entre los 114 y 123 cm de altura y 300 a 313 cm de anchura. El espesor es de 85 a 90 cm. En la parte inferior, se observan piedras que recuerdan el mampuesto. Antes de creer que se trata base de piedras realizada a modo de cimentación, es más probable pensar que se trata de una zona erosionada por la salpicaduras de lluvia y que ha dejado al descubierto las piedras empleadas en el vertido de material a la hora de realizar la tapia.

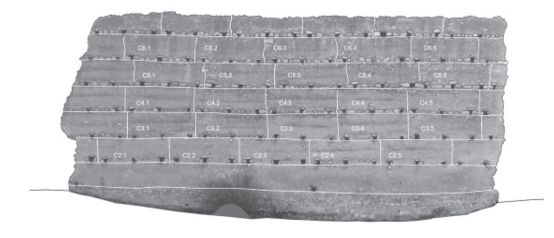


Figura 15
Alzado del muro «El Caserón» en su cara norte. (Elaboración propia)

En el análisis mediante ortofotografía, se ha identificado cada una de las divisiones visibles de los bloques en el paramento. Se ha identificado también cada uno de los mechinales. Los mechinales se ubican de forma muy regular, siempre emplazados en la base del bloque y las distancias entre ellos son relativamente constantes.

De cara a intervenciones futuras, sería de gran interés llevar a cabo una prospección arqueológica de las áreas circundantes, para buscar cimientos de esta construcción que aclaren qué forma podría tener en planta. De esta manera podría establecerse de qué construcción se trata y arrojar luz sobre su función y su naturaleza.

Análisis de resultados

Si analizamos de forma global cada una de los lienzos estudiados, vemos semejanzas y diferencias. En los tres casos, se emplea la técnica del tapial para la realización del muro. También en los tres casos se observa una cierta homogeneidad en la construcción, y en los materiales, es decir, aunque existen partes distintas que apuntan a otras épocas de construcción, existen tramos importantes que parecen haberse realizado de una sola vez. Esta homogeneidad se hace más evidente al analizar otros tramos donde se observa más de un tipo de construcción, como en el caso de Coca (figura 9), donde en el lienzo del tramo ME-2 se ven grandes diferencias entre su base y la torre, que se construyen con una fábrica de sillares y piedras reutilizadas, frente a la parte superior que emplea la técnica del tapial presente en otras partes de la muralla.

Al comparar los datos extraídos de las distintas construcciones en la tabla 1, podemos ver qué rasgos comparten en cuando a su geometría. En relación con las alturas de bloque, podemos ver que estamos en todos los casos en torno a los 120 cm. En cuanto a la anchura, los números se mantienen en torno a los 280 cm, más allá de los 300 cm en el caso de Montejo. El espesor de la muralla se mantiene en los 180 cm en los dos primeros casos, no así en el caso de Montejo, que se reduce a los 90 cm. Este espesor sí que es comparable al espesor extraído en Fuentidueña que es de 90 a 130 cm (Sainz 2015). En el caso de Cuéllar es difícil realizar una comparativa de su espesor ya que, como se ha aclarado anteriormente, se ha indicado de forma estimada.

En relación con los mechinales, en todos los casos nos encontramos con 3 mechinales por cajón, todos ellos en la base, con formas ya más diversas. Las distancias entre mechinales dentro del mismo cajón rondan, en todos los casos, 100-120 cm; y en el caso de los mechinales entre cajones, se distancian en torno a los 60 cm en Coca y Montejo, y algo menos en el caso de Cuéllar.

En los casos de Coca y Cuéllar, se observa una similitud más y es una cierta irregularidad en la construcción, un cierto desorden en la ejecución. Este desorden es, tal vez, comparable al existente en Fuentidueña (Sainz 2015), donde, en un tramo con gran desnivel, se resuelve de manera muy caótica las hiladas de bloques. En el caso de Montejo, hay una gran diferencia en este punto. Es llamativo el orden y la ejecución precisa en este caso. No se observan líneas irregulares, bloques no alineados o inclinados. Existe además gran homogeneidad en la ejecución de los mechinales, todos ellos realizados según el mismo patrón. En los casos de Coca, Cuéllar, aunque exista homogeneidad en la ejecución del muro, los mechinales no son siempre iguales, sino que algunos son redondos, otros cuadrados, unos se resuelven con piedras y otros con teja. En los tramos analizados, no se ha encontrado el sistema de varillas pareadas, presente en la muralla de Fuentidueña.

Existe una característica en la construcción de la muralla de Coca que no ha podido identificarse en los otros casos, y son los límites verticales de lienzo (figura 5). Estos límites se han descrito en otros casos como «línea constructiva vertical», para el caso de San Pedro de Latarce (Cobos 2012, 122). Estos elementos dan pistas acerca de cómo se abordaba la construcción de la muralla globalmente, tiene lógica que se construyera por tramos. Sin embargo estas líneas verticales suponen un punto débil de la muralla, que es mucha más resistente cuando se produce una trabazón entre los bloques. Las líneas de este lienzo coinciden con la posición de las torres T1 y T2, circunstancia que puede ayudar a establecer el orden de construcción de las torres en relación con la construcción de la muralla. También puede significar, en este lienzo, que las líneas constructivas verticales están reforzadas con torres hacia el exterior. Aunque no se ha podido identificar esta característica en los otros casos, es probable que la construcción por tramos se empleara también en otras murallas.

		COCA	CUELLAR	MONTEJO
Cajones de tapia	Altura (cm)	120-130	115-120	114-123
	Anchura (cm)	280-290	265-280	300-313
	Espesor (cm)	180-200	200-250	85-90
	Restos de encofrado	Sí	Sí	Sí
	Altura de tablas de encofrado (cm)	25-30	24	35-37
	Piedras exteriores colocadas	Si, bordes V de cajón y línea de mechinales.	No de forma evidente.	Sí, en línea de mechinales.
	Juntas más visibles en paramento	Horizontales	Horizontales	Horizontales
Mechinales	Sección mayoritaria	Variada (rectangular, circular, semicircular)	Variada, Rectangular alargada	Cuadrada
	Dimensiones alto x ancho (cm)	5-10x15-20	4x15	15-20x15-20
	Distancia en cajón	80-90	112-115	118-125
	Distancia entre cajones	65-70	40-55	60-70
	Material	Piedra, teja, tierra.	Tierra/solo hueco	Piedra
	Aguja perdida/recuperable	Perdida	Perdida	Recuperable
	Profundidad mechinal- pasante	No pasante	No pasante	Pasante
	Tipo de aguja (pareadas/unitarias)	Unitarias	Unitarias	Unitarias
	Mechinales por cajón	3	3	3
	Ubicación de mechinal en relación con cajón	Inferior	Inferior	Inferior

Tabla 1
Comparativa de datos

Sólo en el tramo estudiado de Coca es visible la solución del murete en un lateral del bloque. En los otros tramos estudiados, no se ha encontrado este sistema. En el caso de la línea de mechinales, tanto en el tramo estudiado de Coca como en el caso de Montejo, se produce una preparación de piedra en la base del cajón.

Como se ha comentado antes, la técnica constructiva empleada en los tres casos es la misma, tapial o técnica del encofrado. No ocurre lo mismo con los materiales empleados, ya que en cada caso se utiliza el material de la zona. En Coca se observa lo que parece ser pizarras y cuarcita roja, que según Juan F. Blanco (1991, 436) podrían haberse obtenido de una cantera que se encuentra a 20km de distancia. En los otros casos, se trata de piedra caliza en forma de mampuesto.

Conclusiones

En base a los tramos estudiados, los datos extraídos y el análisis de los mismos, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

El empleo del tapial o la técnica del encofrado es común en todos los casos.

Aunque con soluciones diferentes, son construcciones realizadas de forma homogénea; se puede pensar que se han hecho de una vez y con cierta rapidez. Esto no quiere decir que no existan partes de otras épocas, en los zócalos; o piedras reutilizadas, sino que hay un tipo de construcción mayoritaria que es homogénea.

Las medidas extraídas son similares en cuanto a dimensiones de bloque y de mechinales, a excepción del espesor de la muralla, cuyas dimensiones no son tan similares.

Coca y Cuéllar presentan una ejecución irregular e incluso desordenada en algunos puntos, similar a otros casos estudiados con anterioridad, como Fuentidueña.

Sólo en Coca se ha podido apreciar que la muralla se construía por tramos, visible en las líneas constructivas verticales de los lienzos. Es probable que se construyera también por tramos en el resto de los casos.

La ejecución del bloque del lienzo estudiado de Coca, con el sistema de muretes, no se repite en los otros casos, al menos a partir de este análisis visual. La preparación de la línea de mechinales se produce en el caso de Coca y en el caso de Montejo, aunque con diferencias en la solución empleada.

Aunque la técnica es coincidente, los materiales empleados no lo son. Es probable que se emplearan los materiales de la zona. la Tampoco son coincidentes las soluciones empleadas para la ejecución de mechinales.

Notas

1. Este estudio forma parte de mi tesis doctoral, que abarca un número mayor de villas. El análisis aquí realizado refleja el avance de la investigación, mostrando algunos de los casos analizados.
2. Me gustaría agradecer a la Fundación Juanelo Turriano la beca que me ha concedido para la realización de mi tesis doctoral, que incluye este estudio de la arquitectura defensiva de Coca, Cuéllar y Montejo.

Lista de referencias

Benito, Félix. 2000. *La formación de la ciudad medieval.* Valladolid: Secretariado de publicaciones e intercambio editorial, Universidad de Valladolid.

Blanco, Juan F. 1991. «El circuito amurallado de Coca». En *Actas del III Congreso de Arqueología Medieval Española. Vol. 2, Comunicaciones,* 433-439. Oviedo: Universidad de Oviedo.

Blanco, Juan F. 2014. «Descubierta la muralla vaccea de Cauca». *Vaccea Anuario 2013,* 7: 78-79.

Cobos, Fernando, José J. de Castro y Rodrigo Canal. 2012. *Castros y recintos de la frontera de León en los siglos XII y XIII. Fortificaciones de tapial de cal y canto o mampostería encofrada.* Valladolid: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo. Consultado el 17 de septiembre de 2014. http://www.patrimoniocultural.jcyl.es/web/jcyl/PatrimonioCultural/es/Plantilla100Detalle/1284217324650/_/1284228008981/Redaccion/

González, Julio. 1960. *El reino de Castilla en la época de Alfonso VIII.* Tomo II. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Escuela de Estudios Medievales.

Martín, Miguel A. 2014. «Discontinuidades y pervivencias en la muralla de Segovia». En *Historia, arquitectura y construcción fortificada. Ensayos sobre investigaciones recientes,* editado por I. Javier Gil, 145-180. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Martínez, Gonzalo. 1983. *Las Comunidades de Villa y Tierra en la Extremadura Castellana.* Madrid: Editora Nacional.

Monsalvo, José M. 2003. «Frontera pionera, monarquía en expansión y formación de los concejos de villa y tierra. Relaciones de poder en el realengo concejil entre el Duero y el Tajo (c.1072-c.1222)». A*rqueología y territorio medieval* 10 (2):45-126.

Sainz, Alicia y Félix Jové. 2015. «Aproximación al sistema constructivo de las murallas de Fuentidueña, Segovia». En *Construcción con tierra. Investigación y documentación. XI CIATTI 2014. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos,* coordinado por Félix Jové y José L. Sainz, 55-64. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva.

Torres Balbás, Leopoldo. 1985. *Ciudades hispanomusulmanas.* Tomo I y II. Madrid: Instituto Hispano-Árabe de Cultura.

«Los primeros lunetos en cantería de los tiempos modernos»: sobre la bóveda de la cripta del Palacio de Carlos V en Granada

Macarena Salcedo Galera
José Calvo López

Jean-Marie Pérouse de Montclos señalaba que «La cúpula octogonal de la cripta de la capilla del Palacio de Carlos V en Granada está penetrada por lunetos [...] aparentemente los primeros lunetos en piedra de cantería de la arquitectura de los tiempos modernos». El problema de abrir un hueco en una bóveda de cañón se ha abordado desde distintos puntos de vista a lo largo de la historia en los tratados y manuscritos de cantería. Los lunetos de la cripta de Granada, que data de 1538, se resuelven cortando la bóveda por planos verticales, frente a la solución posterior basada en la intersección de cilindros. La pieza muestra un notable dominio de la cantería, traduciendo a la piedra soluciones italianas pensadas para la construcción en ladrillo. Sin embargo, se trata de un caso poco común que podríamos llamar *lunetos dentro de lunetos*, pues en este caso los huecos no se abren en una bóveda de cañón sino en una bóveda octogonal cuyos gajos son también triángulos en planta. El principal objetivo de este trabajo es el estudio detallado de la geometría y construcción de la pieza, partiendo de un levantamiento riguroso llevado a cabo mediante fotogrametría de imágenes cruzadas con el apoyo topográfico necesario. Sobre esta base se analiza la geometría de la pieza, en particular los paños del octógono y el trazado de los lunetos, para finalmente comparar estas soluciones con sus precedentes españoles e italianos en ladrillo, así como estudiar su posible influencia en el ámbito escurialense y su relación con textos específicos, como los de Fray Laurencio de San Nicolás y Juan de Portor.

Lunetos en la arquitectura renacentista

Aunque es a partir del siglo XVI cuando más profundamente se analiza esta cuestión, la apertura de huecos en bóvedas no es un problema plenamente renacentista. Ya en el románico ibérico y francés, se resuelve esta cuestión mediante la intersección de dos cilindros de ejes horizontales y perpendiculares, el de mayor diámetro es la bóveda, mientras que el menor sirve para materializar el hueco, con forma de arco de medio punto. La curva de intersección, denominada «luneto cilíndrico recto» en los textos de Geometría Descriptiva posteriores, es una curva de cuarto grado. Resulta interesante comprobar que en la colegiata de Toro encontramos el problema resuelto de dos maneras diferentes. Existe por un lado un arco aparejado con independencia de la bóveda, de manera que sus dovelas muestran sus testas en el paramento del cañón. Esta solución, basada en la independencia de arco y bóveda y denominada «pénétration extradosée» (Pérouse de Montclos 1982, 112-14), es relativamente frecuente en el románico francés. Por otro lado, en un arco simétrico de éste, las hiladas del arco y la bóveda coinciden de forma que las juntas de intradós de la bóveda se quiebran al llegar a la arista común entre bóveda y arco, y continúan como lechos horizontales en el intradós del arco. Esta última solución que denomina «pénétration extradosée» (Pérouse de Montclos 1982, 112-14), es más sofisticada que la anterior, y de hecho se emplea con frecuencia en la arquitectura francesa de

la Edad Moderna. Ahora bien, lo que no señala Pérouse de Montclos es que la solución propuesta para lograr el acuerdo entre el arco y la bóveda pasa casi siempre por falsear el reparto de una de estas superficies, por lo general la bóveda, que permite disimular el expediente (Frézier 1737, 3: 37-43).

Con la llegada del Gótico, este problema apenas se aborda, puesto que raras veces se emplea la bóveda de cañón. Además, como sabemos, en este periodo se sustituyen los valores de masa del románico por los lineales. En los primeros compases del Renacimiento, el luneto reaparece en España en el Palacio de la Calahorra. Dos detalles dejan bien claro que se trata de una importación italiana directa, derivada de ejemplos como los palacios Pitti, Strozzi, Gondi y Ruccellai en Florencia, el Palacio Venezia de Roma, el Piccolomini de Pienza, el ducal de Urbino, la Villa Medicea de Poggio a Caiano, o la capilla Sixtina. Los lunetos de La Calahorra se materializan en ladrillo y no se resuelven por intersección de cilindros, como en la tradición románica, sino cortando la bóveda por planos verticales, lo que da en teoría curvas de intersección de trazado elíptico. Esto no quiere decir necesariamente que los albañiles que los ejecutaron conozcan esta figura, pues en Italia es frecuente realizar la bóveda de cañón completa y después romperla para abrir el hueco (Calvo López 2000).

Frente a la solución de La Calahorra, los lunetos de la cripta de Granada cortan la bóveda por planos verticales, como veremos, pero se materializan en piedra de cantería. Esto es lo que llevó a Pérouse de Montclos a señalar su primacía en el tiempo. «A favor de los franceses sólo se puede decir que el luneto español presenta durante todo el siglo XVI un trazado delgado y agudo que no es comparable al trazado amplio de los lunetos de Le Mercier» (Pérouse de Montclos 1982, 208).

Lo cierto es que durante los siglos XVI y XVII se emplean en España las dos soluciones a las que hace referencia Pérouse de Montclos. Por un lado, es cierto que el luneto «delgado y agudo», que recibe el nombre de «luneto apuntado y capialzado», se construye con notable frecuencia durante ese periodo. Sin embargo, aunque el luneto amplio, basado en intersección de cilindros, es menos frecuente, se encuentra construido en obras españolas muy anteriores a la época de Le Mercier, como la cripta y la sacristía de catedral de Jaén, el hospital de Santiago en Úbeda y el zaguán occidental del propio Palacio de Carlos V.

Los lunetos apuntados pueden considerarse como una solución intermedia entre la idea románica de superficies generadoras y la gótica de curvas directrices. En lugar de hallar la intersección entre dos cilindros, más difícil de trazar, se emplea la intersección del cilindro con dos planos verticales oblicuos a su eje, pero simétricos respecto al hueco que se pretende abrir. Estas intersecciones serán arcos de elipse, y su proyección en planta son rectas, lo cual facilita la traza a tamaño real en el suelo para controlar la realización del luneto. Sin embargo, aunque el Renacimiento español recoge la solución, como otras muchas técnicas de origen italiano, se emplea en su construcción la piedra tanto o más que el ladrillo. Se plantea aquí una cuestión que ya estaba presente en los ejemplos italianos: la sección del cilindro de la bóveda da lugar a dos elipses que se cortan en ángulo; la proyección de estas elipses sobre un plano vertical que pasa por la imposta de la bóveda de cañón da lugar a un arco apuntado, forma característica del Gótico y alejada de los ideales clásicos. Por tanto es habitual encontrar arcos de medio punto en lugar del arco apuntado, de manera que la clave del hueco abierto estará más baja que el vértice del luneto, generando un rampante apreciable en la bóveda secundaria, y que recibe el nombre de «luneto apuntado capialzado». Esta solución presenta un problema, y es que no existe continuidad de trazado en las hiladas del luneto y la bóveda, por lo que normalmente hay que elegir la regularidad del trazado en uno de los dos elementos.

Los lunetos de la cripta del palacio de Carlos V, construida entre los años 1538 y 1542 (Rosenthal 1985) presentan una disposición poco común que podríamos llamar *lunetos dentro de lunetos,* pues los huecos no se abren en una bóveda de cañón sino en una bóveda octogonal cuyos gajos son también triángulos en planta, todo lo cual acredita un dominio muy temprano de este elemento constructivo, que se generalizará con la construcción del Monasterio del Escorial, donde se abren en bóvedas de cañón y reciben el nombre de «luneta» (Bustamante García 1994, 237-38).

En cambio, el luneto amplio aparece casi simultáneamente en España y en Italia como alternativa al luneto apuntado a mediados del siglo XVI, con ejemplos tempranos en la cripta de la catedral de Jaén de Andrés de Vandelvira (1551-1570), y en obras palladianas como la villa Montagnana en Pisani (1552-1555) y la iglesia del Redentore (1577-1586). La pieza consiste

en la disposición de un cilindro de diámetro menor que la bóveda de cañón que se encuentran en una curva alabeada, coincidiendo a grandes rasgos con la solución románica de Toro. Se traza el luneto como una superficie cilíndrica sencilla que dará lugar a una curva compleja, alabeada y de cuarto grado, en la intersección con la bóveda de cañón (Calvo López 2000). Durante el siglo XVI estas piezas, junto con los arcos abiertos en taludes, reciben el nombre genérico de «arcos avanzados»; concretamente «Arco avanzado en cercha» según Alonso de Vandelvira ([1580] 1977) y «Arco avanzado en bóveda» para Ginés Martínez de Aranda ([1600] 1986). Sin embargo, por influencia francesa, esta figura se conoce desde el siglo XVIII como «luneto» (Rovira y Rabasa 1897, 84-85). Encontramos un claro ejemplo en el zaguán del Palacio de Carlos V donde se observa cómo el reparto del dovelaje de los lunetos se adapta con destreza al de la bóveda, lo cual se corresponde con la solución «pénetration filée» de Pérouse de Montclos (1982). Es decir, el Palacio de Carlos V no sólo alberga los lunetos apuntados de la cripta, pioneros en su construcción, sino que ofrece al mismo tiempo en su zaguán occidental un claro antecedente de los elegantes lunetos franceses del siglo XVII.

La cripta bajo la capilla del Palacio de Carlos V

Tras la reincorporación de Granada al Reino de Castilla en 1492, Granada se convierte en un campo de experimentación abierto a las nuevas tendencias artísticas, que, por otra parte, servirían para devolver a la ciudad un aspecto y usos cristianos que reafirman el triunfo del cristianismo. Desde Italia llegan a Granada artistas como Pedro Machuca, quien se ocupaba desde 1524 de labrar retablos para iglesias, bajo la protección del Conde de Tendilla, quien lo elegiría para llevar a cabo el proyecto promovido por el Emperador (Gómez-Moreno y González 1892, 110). No podemos entrar aquí en las discusiones sobre el papel más o menos relevante de Machuca en la concepción del palacio, la intervención de Luis de Vega o un hipotético proyecto procedente del entorno de Giulio Romano (Gómez Moreno y Martínez [1941] 1983 , 115-119; Loukomski 1944; Rosenthal 1985; Tafuri 1987; Rodríguez 2001) ni tampoco sobre la función y la datación precisa de los tres planos quinientistas conservados en la Biblioteca del Palacio Real de Madrid y en el Archivo Histórico Nacional (Rosenthal 1985; Rodríguez 2001). Pero sí conviene señalar que en los tres planos aparece una estancia octogonal situada en la esquina noreste del palacio, que tradicionalmente se identifica con una capilla. La elección es significativa por varios motivos. Por un lado, desde el punto de vista funcional, la capilla marca la diagonal suroeste-noreste, dividiendo el palacio en dos partes y quedando cada una de ellas para la corte del Emperador y para el séquito de María de Portugal respectivamente, de manera que ambas se comunican únicamente por el dormitorio conyugal, dispuesto en el ángulo suroeste, y la capilla, bajo la cual se dispone la cripta que nos ocupa (Rosenthal 1985, 57-62). Por otro lado, podemos decir, además, que este espacio octogonal se convierte en charnela o punto de articulación entre el palacio renacentista y el nazarí. Es decir, la situación de la capilla supone un gran ejercicio de composición arquitectónica al quedar integrada y comunicada directamente con el palacio árabe a través del patio de Arrayanes. Esta integración se traslada al ámbito geométrico gracias a la mencionada diagonal, cuya prolongación se coincide con la bisectriz de los dos ejes principales de los palacios de Comares y Leones, facilitando el diálogo entre la nueva obra renacentista y la preexistencia nazarí.

La capilla constituye un espacio con bastante entidad dentro de la planta del palacio. Su construcción quedó incompleta en el siglo XVI, sus muros llegaban hasta la rasante del Palacio, sobre lo cual se había de levantar otro cuerpo para ser finalmente cubierto por una cúpula que se alzaría sobre todos los edificios de la Alhambra (Gómez-Moreno y González 1892, 117). La planta de la capilla queda definida por un octógono de diagonal 14,45 metros, cerca de 50 pies. Justo en el nivel inferior, a la altura de los sótanos y siguiendo la planta octogonal de ésta así como sus dimensiones, se encuentra la cripta. Se desconoce la función de esta cámara enterrada, puesto que en algunos documentos aparece identificada como la capilla, pero no hay en ella característica alguna que indique que estaba destinada al culto o a fines funerarios. Este espacio es accesible desde el patio de Comares, así como desde el patio central del palacio, y se cubre con una gran bóveda rebajada de lunetos que arranca desde el suelo hasta alcanzar la altura de algo más de 4,5 metros en la clave, y cuya construcción data de 1538 cuando Pedro Machuca dirigía las obras (Rosenthal 1985). En cada uno de



Figura 1
Cripta del Palacio de Carlos V. Imagen de Pepe Marín facilitada por el Patronato de la Alhambra y Generalife, 2015

los ocho lados de la bóveda se abre un gran luneto apuntado que enmarca un vano rectangular y da paso a un nicho o pequeña capilla cubierta con bóveda de cañón, coincidiendo con los nichos de la capilla octogonal situada encima (figura 1).

Los muros quedaron terminados ya en 1538; ese año se realizan pagos para piezas de piedra denominadas como esquinas, rincones, dovelas y cuadradas, que se identifican como destinadas a la bóveda de la capilla. Mientras que en el verano de ese año se realizan cimbras, la ejecución de la bóveda debió finalizar en 1542, pues en ese año se retunde las superficies (Rosenthal 1985, 59-61). La piedra labrada en este caso se distingue fácilmente del resto de bloques más sencillos utilizados en el resto de los sótanos. La planta octogonal y la curva rebajada de la bóveda requieren un despiezo complejo y por ende, un gran dominio en la técnica de la cantería. Se convierte esta bóveda, por tanto, en uno de los mejores ejemplos de estereotomía española en el siglo XVI, arte que precisamente los italianos dominaban poco, acostumbrados al ladrillo.

Los lunetos de la cripta

El levantamiento

Para realizar los levantamientos se ha empleado el sistema conocido como fotogrametría de imágenes cruzadas, o fotogrametría multi-imagen como lo denominan algunos autores (Alonso y Calvo 2010). Este sistema se basa en la premisa de que una fotografía es una perspectiva cónica generada a partir de la forma del objeto, del punto de vista y del plano de cuadro. Por tanto, recorriendo el camino a la inversa sería posible deducir la forma del objeto y obtener modelos tridimensionales a partir de la fotografía correspondiente. Mediante su aplicación, a partir de, como mínimo, dos fotografías convergentes obtenidas con una cámara calibrada, y empleando un programa informático especializado, se pueden determinar las coordenadas de los puntos que aparezcan en dos o más fotografías. Por tanto, al determinar la posición de puntos concretos, este sistema supone una herramienta especialmente útil para llevar a cabo análisis de piezas de cantería, permitiendo determinar con facilidad y detenimiento las juntas entre dovelas y, de este modo, conocer la geometría y el despiezo del intradós.

El trabajo de campo consiste en la toma de fotografías convergentes mientras que el trabajo gabinete comienza con el empleo de un programa informático de fotogrametría, en este caso PhotoModeler Scanner, mediante el cual se detectan puntos homólogos sobre las diferentes fotografías, identificando los puntos relevantes del intradós. El resultado es una nube de puntos la cual debe ser orientada y escalada utilizando la vertical y una de las medidas tomadas. Finalmente, el modelo se procesa mediante programas de CAD, Rhinoceros y AutoCad para obtener las proyecciones diédricas del modelo llegando así a una representación gráfica convencional y legible mediante plantas, alzados, secciones y perspectivas que facilitarán en gran medida su análisis geométrico y estudio estereotómico.

Los levantamientos se han realizado encaminados fundamentalmente a determinar la configuración geométrica de los lunetos. Esto es, conocer el despiezo de los elementos que forman la pieza de cantería. El proceso se ha llevado a cabo mediante el uso de 9 imágenes convergentes, localizando en su mayoría los puntos que configuran las hiladas horizontales de la bóveda. Como resultado hemos obtenido una nube de aproximadamente 860 puntos (figura 2). Tras el tratamiento adecuado con los programas informáticos anteriormente descritos, el resultado final son planos y secciones obtenidos del modelo tridimensional de la pieza. El error máximo es, según Photomodeler, 0,013 metros, es decir, 13 milímetros

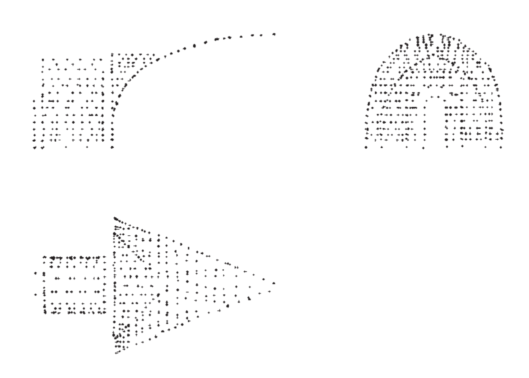


Figura 2
Proyecciones de la nube de puntos obtenida por fotogrametría de imágenes cruzadas con PhotoModeler (imagen de los autores)

aproximadamente, lo cual puede considerarse irrelevante dado que el grosor medio de las juntas entre dovelas es de 2 cm. Por último es importante destacar que la pureza de su construcción y la falta de decoración y ornamento han hecho el proceso de levantamiento más fácil, ya que cada dovela, esquina, junta y punto relevante de la bóveda puede ser perfectamente reconocida. Además, es necesario especificar que el levantamiento se ha llevado a cabo para obtener una representación gráfica rigurosa, no ideal. Es decir, la bóveda se representa con sus imperfecciones causadas por la propia construcción, tolerancias, deformaciones mecánicas y el deterioro de piedra durante los siglos.

La geometría de los lunetos a la luz del levantamiento

Se ha procedido a un levantamiento general de la cripta, mientras que el gajo suroeste ha sido levantado y analizado en detalle obteniendo para este sector del octógono las coordenadas de todos los vértices visibles de las dovelas, que se han unido para definir el trazado de las juntas de intradós. El levantamiento ha permitido confirmar algunos detalles significativos de la bóveda.

Ha resultado especialmente interesante analizar la geometría de la bóveda en su conjunto. Como ya se ha mencionado anteriormente, esta bóveda presenta un caso muy particular de lunetos, puesto que no se abren en una bóveda de cañón, sino en una bóveda rebajada de planta octogonal, por lo que cada luneto se abre en cada uno de los *gajos* del octógono, que pueden considerarse, a su vez, como un caso concreto de luneto. Cada uno de estos *gajos*, que constituyen un sector del octógono, pueden ser también definidos como lunetos apuntados, puesto que quedan generados por la intersección de una bóveda con dos planos verticales oblicuos, cuya planta dibuja un triángulo formado por la imposta de la bóveda y las proyecciones del luneto (figura 3).

Sin embardo, observamos que estos *gajos* no son lunetos al uso, puesto que al analizar las secciones transversales y diagonales de la bóveda completa obtenidas tras el levantamiento, encontramos que el perfil de esta bóveda rebajada, dada por el plano perpendicular a su imposta, se aproxima notablemente a la definición dada por Ana López Mozo (2009) de un óvalo de tres centros, es decir, se trata de una «curva formada por tres arcos de circunferencia tangentes entre sí, condición que sólo requiere para su cumplimiento que los centros de los dos arcos consecutivos y el punto de tangencia estén alineados según una recta». Es más, el punto de tangencia entre arcos que marca el cambio de curvatura en el óvalo viene a coincidir en sección con el vértice de los lunetos (figura 4). Por tanto, si la sección de la bóveda es un

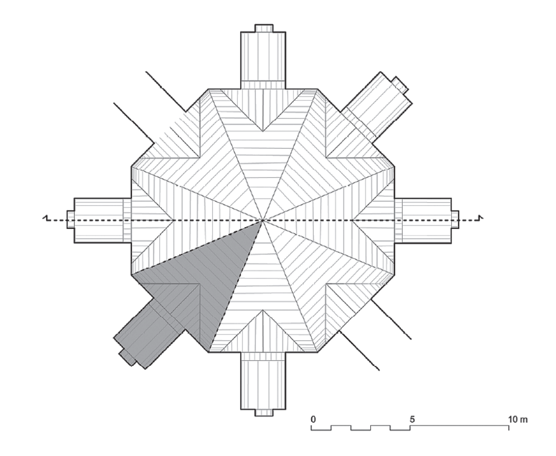


Figura 3
Recreación infográfica de una grúa elevadora de gran potencia realizada a partir de la que está labrada en el relieve de los Haterii. Imagen de Arkeografia

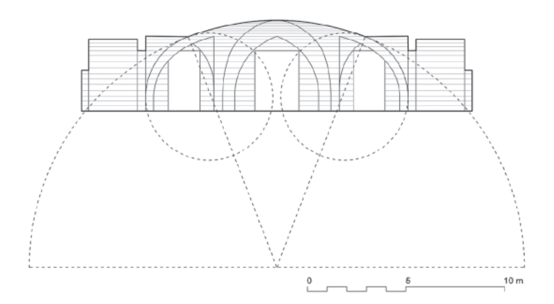


Figura 4
Sección transversal de la cripta del Palacio de Carlos V (imagen de los autores)

óvalo formado por distintos arcos de circunferencia, estos gajos se desarrollan en una superficie formada por cilindros con distintos radios, por lo que las aristas entre estos *gajos* octogonales dadas por la intersección de la bóveda con planos verticales oblicuos dará lugar a arcos de elipse con distinta curvatura según el tramo de la bóveda.

Uno de los datos obtenidos más significativo es que los lunetos son, efectivamente, un claro ejemplo de los lunetos apuntados que Pérouse de Montclos diferenciaba de los lunetos de Le Mercier, desarrollados en España durante el siglo XVI. La construcción de este elemento no se analiza de forma rigurosa en los textos de cantería del siglo XVI, hasta que aparece en el tratado de Fray Laurencio de San Nicolás (1637), quien además de estudiarla, construye la pieza en la iglesia de Novés; y posteriormente en el Cuaderno de Arquitectura de Juan de Portor y Castro de 1708 (Calvo López 2000, Carvajal Alcaide 2011).

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos del levantamiento, los lunetos se proyectan en planta como líneas rectas, por lo que podemos afirmar que hablamos de arcos de elipse generados por la intersección de la superficie cilíndrica de la bóveda con dos planos verticales oblicuos a su eje. Es más, el análisis geométrico de su construcción pone de manifiesto numerosas coincidencias con los tratados posteriores al siglo XVI que tratan este asunto, como el de Fray Laurencio o Juan de Portor. Es importante destacar que tanto en los tratados, como en las obras construidas que contienen lunetos apuntados, el hueco abierto sobre la imposta es un arco de medio punto, y no el arco apuntado que generaría la proyección del luneto sobre el plano de la imposta, como en la cripta del Palacio. Nos encontramos aquí ante una solución elegante y natural puesto que los arcos apuntados, al coincidir con la proyección ortogonal de las lunetas apuntadas, dan lugar a una bóveda secundaria mucho más sencilla que la superficie alabeada generada por el *capialzado.*

En el manuscrito de Fray Laurencio, éste propone dividir la sección de la bóveda cilíndrica en tres partes, situando ahí el vértice del luneto, de manera que en planta se corresponderá con el punto medio del radio de la bóveda (figura 5). Dicho punto será, además, el vértice del triángulo que forma la proyección del luneto en planta con la imposta de la bóveda. Otro rasgo importante es la apertura del luneto, es decir, el ángulo que forman los planos verticales que generan la intersección, y el que Fray Laurencio define con 90º. Es decir, el luneto se proyecta en planta como un triángulo isósceles rectángulo, de manera que forma un ángulo de 90º mientras que los dos catetos formarán ángulos de 45º con la hipotenusa, es decir, la imposta de la bóveda.

Curiosamente, los lunetos de la cripta encajan perfectamente con esta descripción excepto en un detalle: la situación del vértice del luneto. En la cripta el luneto se proyecta en planta como un triángulo rectángulo cuyos catetos se sitúan a 45º de la imposta; sin embargo, el vértice del luneto no queda situado en el tercio de la sección de la bóveda, sino algo más arriba. Por tanto la proyección del vértice en planta se situará más alejada de la imposta, y no en el punto medio del radio como en el caso de Fray Laurencio (figura 6).

Pero, si profundizamos algo más en esta cuestión observamos que, además, en el texto de Fray Laurencio, al situarse el vértice en el punto medio del radio de la bóveda, el ancho del hueco es igual al radio. En

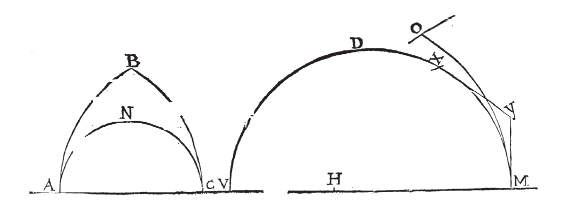


Figura 5
Luneto apuntado (Fray Laurencio de San Nicolás, 1639)

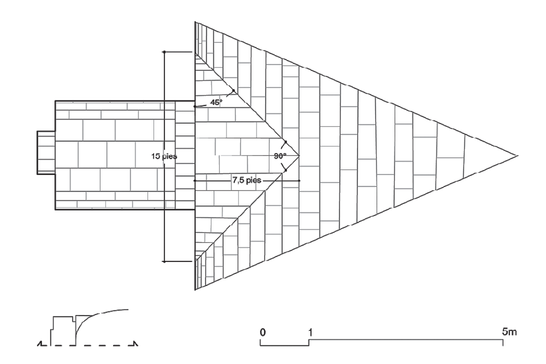


Figura 6
Planta cenital detallada del gajo suroeste de la bóveda octogonal (imagen de los autores)

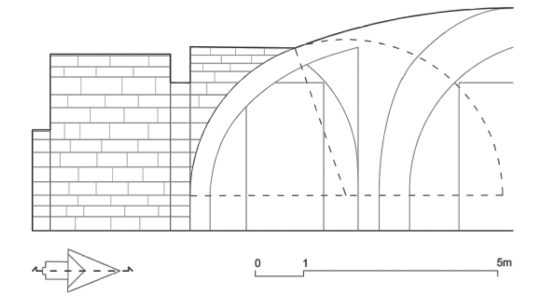


Figura 7
Sección transversal detallada del gajo suroeste de la bóveda octogonal (imagen de los autores)

cambio, en los lunetos de la cripta, al situarse el vértice más alejado, el hueco de los lunetos es más ancho. Al analizar la métrica de la figura observamos que el hueco del luneto mide 4,33 metros, lo cual se corresponde aproximadamente con lo que serían 15 pies castellanos, quedando el vértice del luneto a 7,5 pies de la imposta de la bóveda. Por tanto, mientras que Fray Laurencio recurre a la sección de la bóveda para situar el vértice del luneto en el tercio de la misma, haciéndolo coincidir en planta con la mitad del radio y originar un hueco igual al radio, en la cripta se recurre a la métrica para trazar las dimensiones del luneto, fijando el ancho del hueco como dato que condiciona el resto de variables, como la situación del vértice. No hay que olvidar, no obstante, que el vértice del luneto queda situado justo en el punto de tangencia de la sección oval de la bóveda, dato que nos da la relación entre luneto y bóveda, sirviendo de base para la configuración geométrica del conjunto (figura 7).

La ventaja de esta disposición a 90º es que las proyecciones de los dos arcos de elipses que forman el luneto son dos arcos de círculo, tanto sobre el plano vertical que pasa por la imposta de la bóveda, como sobre el plano perpendicular al eje de la bóveda, puesto que el plano en el que se disponen las elipses que forma 45º con la imposta, es el plano bisector del ángulo formado por ambos planos, el perpendicular al eje de la bóveda y el que pasa por la imposta de ésta. Por tanto, la proyección de una elipse sobre el plano vertical que pasa por la imposta será simétrica a su proyección sobre el plano perpendicular al eje, y como ésta coincide con la sección recta de la bóveda, vendrá dada por un arco de círculo igual a la sección de la bóveda cilíndrica. Dado que tenemos dos aristas, sus proyecciones sobre el plano vertical que pasa por la imposta tomarán la forma de un arco apuntado, y además la clave de este arco quedará a la misma altura que el vértice del luneto, lo que evita el capialzo de las lunetas escurialenses y permite que las juntas de intradós del luneto sean horizontales y paralelas (figura 8).

Una vez analizado el tratado de Fray Lorenzo, resulta interesante comprobar la solución de la cripta con la que propone el Cuaderno de Arquitectura de Juan de Portor y Castro, de 1708, quien resuelve el trazado de la pieza construida en piedra, optando por una distribución regular de hiladas en el luneto, que

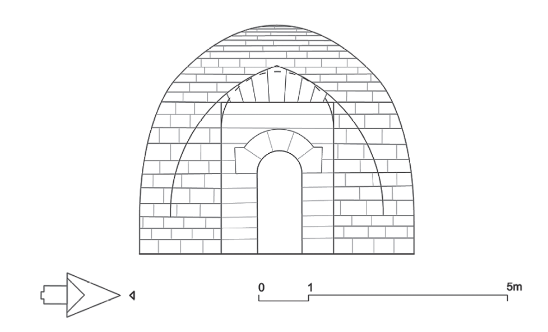


Figura 8
Vista en alzado del gajo suroeste de la bóveda octogonal (imagen de los autores)

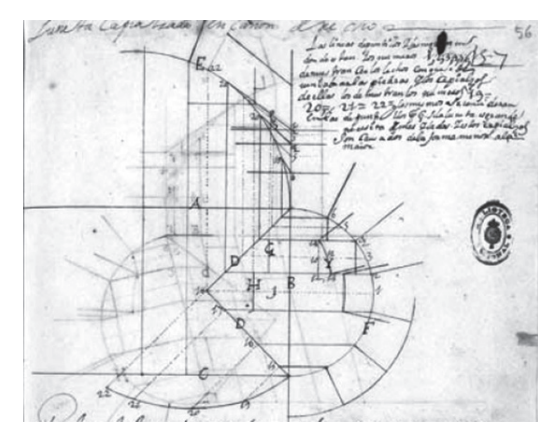


Figura 9
Luneto apuntado y capialzado (Juan de Portor, 1708)

condiciona el reparto de juntas en la bóveda con un resultado irregular, pero asegurando que las juntas de lecho de luneto y bóveda se cortan en la intersección de ambas superficies, y dando lugar a la disposición que Pérouse denomina «pénétration filée» (figura 9). En el caso de la cripta del Palacio de Carlos V se cumple inevitablemente la premisa del aparejo continuo del conjunto completo, de manera que las hiladas de ambos, luneto y bóveda, quedan ininterrumpidas y coinciden rigurosamente en la intersección de las superficies sin presentar problemas de irregularidad, y sin necesidad de optar por la regularidad en la bóveda o en luneto, puesto que, como se ha mencionado anteriormente, se trata de un luneto apuntado cuyo hueco viene definido por un arco apuntado que coincide con la proyección del luneto, y no por un arco de medio punto que habría dado lugar a lunetos apuntados y capialzados.

Conclusiones

El levantamiento muestra un claro proceso constructivo organizado en hiladas horizontales que no sólo configuran la bóveda ochavada, sino que se continúan en las bóvedas secundarias, es decir, en el intradós de los huecos abiertos por los lunetos, así como en las capillas de planta rectangular que hay tras ellos. Esta continuidad es llamativa puesto que muestra un gran dominio de las técnicas de traza y labra, si bien cabe tener en cuenta la posibilidad de que las dovelas del encuentro entre luneto y bóveda fueran talladas in situ una vez colocadas. Además, los lunetos apuntados de la cripta poseen la ventaja de corresponderse con el hueco abierto en la bóveda, que en este caso es un arco apuntado, y no un arco de medio punto, práctica muy habitual en el siglo XVI para evitar los rasgos góticos. Los lunetos apuntados con huecos dados por arcos de medio punto requieren el trazado de una superficie alabeada, lo cual habría supuesto una discontinuidad entre luneto y bóveda que dificultaría la correspondencia de aparejo entre ambos. Podemos decir, por tanto, que nos encontramos ante formas tradicionalmente medievales materializadas con técnicas de construcción renacentistas, al contrario de lo que suele ocurrir en el Renacimiento español.

Los antecedentes de esta figura los encontramos en el Quattrocento italiano, en un número significativo de palacios; aparece asociada a bóvedas de cañón y siempre están construidos en ladrillo, excepto en la Capilla Sixtina, materializada en hormigón de tradición romana. Por tanto podemos asumir que efectivamente, el modelo es importado de Italia donde, sin embargo, se resuelve fundamentalmente en albañilería. En España, en cambio, se materializa en cantería, y aunque se construye con frecuencia, el trazado de estos elementos no aparece recogido hasta los textos del siglo XVII; al contrario que el arco avanzado, figura que aparece con detalle en los tratados de Alonso de Vandelvira y Ginés Martínez de Aranda.

Sabemos que el trazado apuntado tan cercano a las formas góticas no es bien recibido durante el Renacimiento, y quizá influyera para no ser considerado en los tratados. De hecho los lunetos de la cripta son de los pocos ejemplares construidos con arcos apuntados y no capialzados, como se han desarrollado en la mayoría de las construcciones del siglo XVI, principalmente en El Escorial, lo cual refuerza el carácter pionero de los lunetos de la cripta. Sin embargo, la luneta capialzada presenta un problema, y es que aunque la arista de encuentro, al tratarse de una elipse, es más sencilla de trazar que la curva alabeada del «arco avanzado», el capialzado o bóveda secundaria es más compleja, constituyéndola una superficie reglada alabeada. Es posible que la aparición de esa superficie extraña sea la razón por la que esta solución se haya desestimado para resolver encuentros de bóvedas en los que la secundaria tenga mayor desarro-

llo en longitud, y no haya gozado de más entidad en los tratados renacentistas.

La relación entre los lunetos de la cripta ejecutados en cantería frente a la tradición italiana, y los del Monasterio del Escorial es innegable. En este último, de hecho, cuando se trata de abrir huecos en las bóvedas la preferencia es claramente la solución de lunetos apuntados capialzados o «lunetas» frente a la de «arcos avanzados», todos ellos construidos en cantería, como por ejemplo en los sótanos, en la iglesia o en la entrada principal.

En la cripta del Palacio de Carlos V se produce una singularidad, y es que encontramos en el mismo espacio distintas figuras geométricas en su construcción: la circunferencia en la sección de los lunetos, la elipse que configura la arista de los lunetos y la arista entre gajos, y el óvalo que define la sección de la bóveda en su conjunto. Si bien el círculo era una figura de sobra conocida, en el siglo XVI elipse y óvalo eran empleadas aunque no del todo conocidas, por lo que es muy probable que sus ejecutores lo desconocieran. De hecho, en el ámbito de la construcción arquitectónica no se usaba el término elipse y se empleaba el adjetivo oval para referirse a figuras elípticas. Por tanto, destaca notablemente el gran dominio de estas figuras que quedan bien diferenciadas en la ejecución de la bóveda. Nuevamente encontramos aquí un posible referente que pudo influir en la construcción de El Escorial, puesto que, aunque la bóveda cilíndrica es la tipología más frecuente, las secciones ovales son una constante en el monasterio (López Mozo 2009, 265-292; López Mozo 2011).

Podemos concluir, por tanto, que nos encontramos ante una pieza singular que muestra un gran conocimiento de los procesos geométricos de trazado y dominio de las técnicas de cantería a pesar de su temprana construcción. Sorprende así mismo la precisión de su ejecución adaptando modelos italianos de albañilería a nuevos métodos constructivos más desarrollados en la península como la cantería de piedra, y manejando figuras geométricas cuyo trazado era novedoso en el siglo XVI como el óvalo y la elipse. Por tanto, como dice Gómez-Moreno ([1941] 1983, 99), en el siglo XVI Granada es sin duda un gran laboratorio renacentista, que centra en el Palacio de Carlos V algunos de sus ensayos más notables, como la cripta bajo la capilla, lo cual lo sitúa como un importante punto de partida en la introducción de las técnicas y formas renacentistas en España.

Lista de referencias

Alonso Rodríguez, M.A. y J. Calvo López, 2010. «Sobre el levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multimagen». En *Actas del XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica,* 35-40. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Bustamante García, A.1994. *La octava maravilla del mundo.* Madrid: Alpuerto.

Calvo López, J. 2000. «Lunetas y arcos avanzados. El trazado de un elemento constructivo en los siglos XVI y XVII». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 165-175. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Carvajal Alcaide, R. 2011. «Estructura y singularidad del Cuaderno de arquitectura de Juan de Portor y Castro (1708-1719)». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 211-220. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gómez-Moreno y González, M. 1892. *Guía de Granada.* Granada: Indalecio Ventura, Granada.

Gómez-Moreno y Martínez, M. [1941] 1983. *Las águilas del Renacimiento español,* 99-119. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

López Mozo, A. 2009. *Bóvedas de Piedra de El Monasterio de El Escorial*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

López Mozo, A. 2011. «Ovals for Any Given Proportion in Architecture: A Layout Possibly Known in the Sixteenth-Century». En *Nexus Network Journal*, vol. 13, 3: 569–597. Turin: Kim Williams Books.

Loukomski, George. 1944. «The Palace of Charles V at Granada». *Burlington Magazine* 84: 119-124.

Martínez De Aranda, G. [1600] 1986. *Cerramientos y trazas de montea.* Madrid: Servicio Histórico Militar CEHOPU.

Pérouse de Montclos, J.M. 1982. *L'Architecture a la française.* París: Picard.

Rodríguez Ruiz, Delfín. 2001. Las Trazas del Palacio de Carlos V en la Alhambra de Granada. En *Las trazas de Juan de Herrera y sus seguidores*, 417-448. Madrid: Patrimonio Nacional-Fundación Marcelino Botín.

Rosenthal, E. E. 1985. *The Palace of Charles V in Granada.* Princeton: Princeton University Press.

Rosenthal, E. E. 1988. «El programa iconográfico-arquitectónico del palacio de Carlos V en Granada». En *Seminario sobre Arquitectura Imperial,* 159-177. Granada: Universidad de Granada.

Rovira y Rabassa, A. 1897. *Estereotomía de la Piedra.* Barcelona: Provincial de la Caridad.

San Nicolás, Fray Lorenzo de. [1639] 1989. *Arte y Uso de Architectura. Primera parte.* Madrid: Albatros.

Sanabria, S. L. 1987. Earl E. Rosenthal. «The Palace of Charles V in Granada». En R*enaissance Quarterly*,

40: 336-339. New York: The Renaissance Society of America.
Tafuri, M. [1987] 1988. «El palacio de Carlos V en Granada: Arquitectura 'a lo romano' e iconografía imperial». En *Cuadernos de la Alhambra:* 24: 77-108. Granda: Patronato de la Alhambra y el Generalife.
Vandelvira, A. [1580] 1977. *Libro de Trazas de cortes de Piedras.* Albacete: Caja Provincial de Ahorros de Albacete.

Construcción y rehabilitación estructural de la arquería mayor del acueducto del padre Tembleque (siglo XVI)

Abraham Roberto Sánchez Ramírez

La obra más importante y atrevida de la ingeniería hidráulica construida en el continente americano durante el siglo XVI es el Acueducto del Padre Tembleque, cuya característica más sobresaliente es un segmento de casi un kilómetro de longitud resuelto con 68 arcos para cruzar una barranca (figura 1).Su importancia radica en los múltiples desafíos que tuvieron que enfrentarse para erigirla y porque se realizó con recursos técnicos y materiales muy limitados.

La obra fue ejecutada por mano de obra proveniente de varias comunidades indígenas de la región, cuyas habilidades e ingenio, heredados de las tradiciones precolombinas, se demuestran en la alta calidad de la obra y en la eficacia de algunas técnicas de construcción.

El acueducto, cuya trayectoria abarca una longitud del orden de 42 km, fue diseñado y construido por el fraile Francisco de Tembleque entre 1543-1560, con el fin de suministrar agua a los pueblos de Otumba y Zempoala, conduciéndola desde los manantiales ubicados al pie del cerro El Tecajete, en el actual Estado de Hidalgo. El fraile tuvo dificultades para conseguir la aprobación de las autoridades, tanto eclesiásticas como virreinales, las cuales se mostraron muy escépticas sobre la viabilidad de la obra y la capacidad del fraile y de su mano de obra indígena para afrontar los retos técnicos que planteaba el proyecto.

El acueducto estuvo en funcionamiento durante casi dos siglos, y dejó de operar a finales del siglo XVIII, debido a que los habitantes de Otumba comenzaron a abastecerse de otras fuentes. De los 17 años necesarios para realizar la obra, cinco de ellos se emplearon para erigir la arquería mayor o arquería monumental. Esta arquería, que es el tema de este artículo, fue motivo de admiración durante la época virreinal y ha sido recientemente inscrito en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Este artículo comienza con una visión general de la obra hidráulica y su proceso de construcción, seguida de una descripción general de su estado actual de conservación y de los principales daños que afectan su integridad, así como de una interpretación de las causas de estos últimos y de una propuesta para restaurarlos.

Descripción del acueducto

Un mapa general de la ruta que sigue esta obra aparece en la figura 2; su recorrido abarca una longitud del orden de 42 km, sigue preferentemente las curvas de nivel del terreno y busca la forma más fácil de cruzar las diversas barrancas que tiene que atravesar. La mayor parte de su recorrido se resolvió con pequeños canales y acequias, pero requirió de tramos enterrados para cruzar zonas de lomerío y en el segmento inicial incluyó tres tramos de arquería (que Tembleque llamaba puentes) para salvar las barrancas más profundas. En la cercanía con la población de Tepeyahualco se encuentra el puente principal que atraviesa la barranca del Papalote.

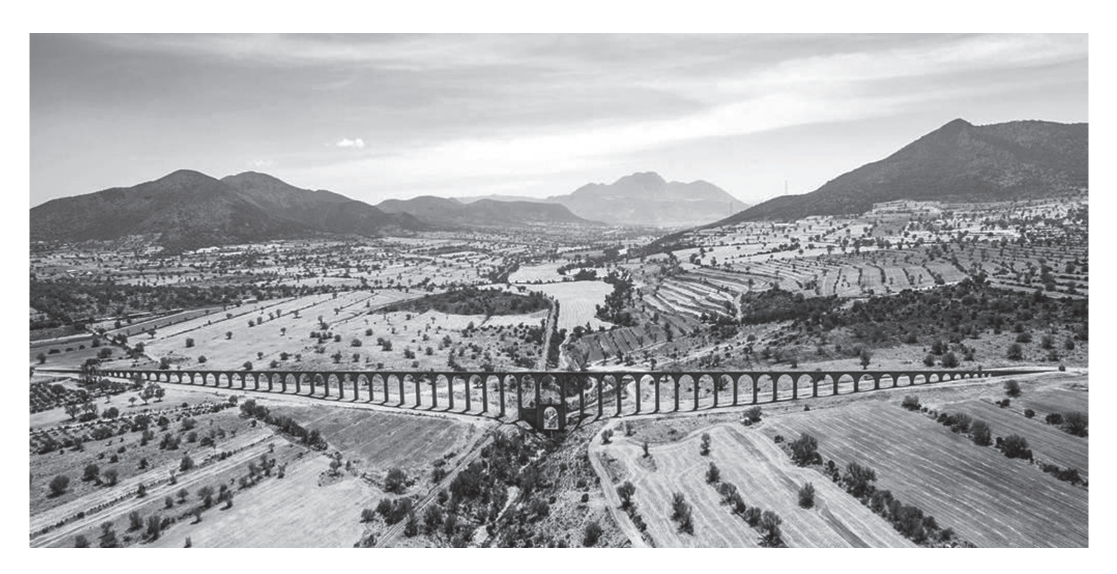


Figura 1
Vista general de las arquerías del gran puente de Tepeyahualco. (*http://acueductotembleque.org.mx/imagenes/Acueducto/arq-monumental.jpg*)

La altitud en la derivación de la hacienda del Tecajete es de aproximadamente 2.540 m, y en la cisterna de Otumba de 2.360 m, lo que significa que entre ambos puntos existe un desnivel aproximado de 180 m, que corresponde a una pendiente promedio del orden de 0,004; es decir, 4 metros por kilómetro. Este desnivel da muy poco margen de error y no deja de asombrar la confianza y la pericia con la que los constructores desarrollaron la obra, tomando en cuenta la accidentada topografía del lugar y lo rudimentario de los instrumentos de medición que utilizaron.

La arquería mayor abarca una longitud de 905 m, tiene 68 arcos y dos tramos de mampostería sólida: uno de 45 m y otro de 60 m en sus extremos norte y sur, respectivamente. Su arco principal mide casi 39 m de altura y cubre un claro de 17 m para salvar el cauce del río Papalote (figura 3); dentro de él, se construyó otro arco de menor altura. El canal a través del cual fluye el agua tiene una sección rectangular que mide 30 cm de ancho por 20 cm de peralte; su flujo de operación se estima entre 0,01 y 0,040 m^3/s.

Los arcos se apoyan sobre robustas pilas de sección rectangular, cuyas dimensiones en planta son de 2,8 m en la dirección longitudinal por 2,6 m en la dirección transversal; en esta última dirección, las pilas reducen su dimensión dos veces, en 60 cm cada una; la primera a 19 m del remate del canal y la segunda vez a 7,8 m de la misma referencia. Las pilas fueron construidas con mampostería de piedras de basalto



Figura 2
Trazo aproximado del acueducto (Sánchez y Meli 2014)

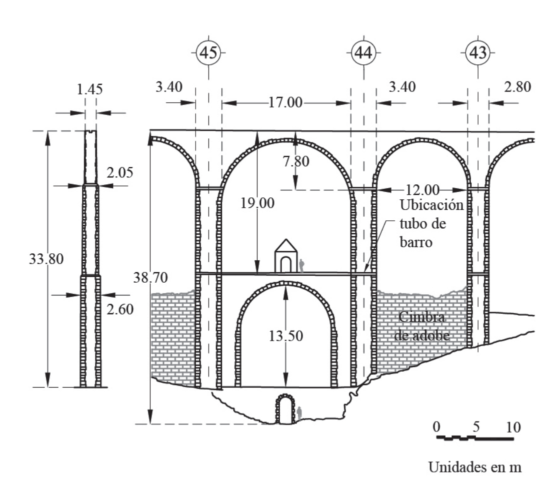


Figura 3
Geometría de la arquería en el tramo que cruza el río Papalote (Valdez 2010)

aglutinado con mortero a base de cal y arena, y con grandes sillares en las esquinas. Algunos de estos sillares están dispuestos horizontalmente a manera de dentellones, a fin de lograr la unión entre los dos materiales. Las pilas se apoyan directamente sobre roca sólida a través de una ampliación de 30 cm de su sección de mampostería. El peralte de la ampliación oscila entre 20 a 40 cm.

El primer escalón que se forma en la pila, al reducir su sección, fue aprovechado para dar soporte a una tubería de barro de 12 cm de diámetro, que también se apoyaba en los muros de adobe que funcionaban como cimbra. Dicha tubería permitió llevar el agua a los diferentes frentes de construcción, tanto para la misma obra como para abastecer a trabajadores y animales, aunque también es posible que se hubiese empleado como referencia horizontal para la obra. Algunos restos de dicha tubería aún pueden observarse adosados a las pilas.

Entre las columnas se erigieron arcos de mampostería con un arreglo similar al de las pilas; la mayor parte se resolvió con mampostería de piedras dispuestas de manera irregular, mientras que en las esquinas del intradós se añadieron dos arcos con dovelas, algunas de las cuales son alargadas en la dirección perpendicular al plano de las arquearías para servir como dentellones que les dan continuidad con el resto de la mampostería.

Existe evidencia que permite afirmar que los arcos de baja altura y claro pequeño se construyeron mediante el uso de encofrados de madera, mientras que para los vanos mayores del puente o arquería se aprovechó la geometría de la barranca, construyendo un sólido muro de adobe cuyo espesor, similar al de las pilas, fue suficiente para que las arquerías pudieran construirse como un muro continuo en franjas horizontales de aproximadamente un metro de alto por 2,8 m de ancho, lo que resultó cómodo para el albañil que trabajaba colocando piedras o adobes, parado en la franja inferior ya construida, la que también sirvió como camino para acarrear los materiales desde los extremos donde el muro tiene poca altura. Durante la construcción de este robusto muro, como una muralla alta, se fueron alternando segmentos de adobe y otros de mampostería de piedra en correspondencia con las columnas.

Como primer paso, se construyó un pequeño puente en arco sobre el río, lo que les permitió dar inicio al proceso constructivo por franjas continuas. Cuando el avance del muro alcanzó la altura donde se reduce por primera vez la sección de las pilas, se retiró parte del adobe de la crujía correspondiente al arco principal y el avance en los frentes adyacentes fue suspendido temporalmente, concentrándose entonces en la construcción de un arco interior en la misma crujía. Una vez concluido éste último, fue retirado el adobe que le sirvió de cimbra.

El nuevo arco sirvió de soporte al muro de adobe que continuaría construyéndose hasta concluir la obra, y sobre todo permitió que el agua fluyera en caso de presentarse una avenida extraordinaria del río, minimizando así el empuje del agua sobre la muralla. A continuación se reanudó el mismo proceso constructivo hasta concluir la arquería. Para ello, probablemente dos cuadrillas avanzaban simultáneamente desde el centro hacia los extremos del puente. Las paredes de adobe estaban destinadas a ser demolidas en su totalidad, una vez que el puente estuviera concluido; sin embargo, en algunos tramos el adobe se conservó en la parte inferior de estas paredes, aunque con el paso del tiempo éste se ha venido deshaciendo poco a poco por la intemperie. En la actualidad quedan solo unos pocos restos de los muros de adobe en dos de las crujías del puente.

Al concluir la arquería se añadió el canal, confinado con mampostería de calicanto; el canal está formado por un par de muretes paralelos de ladrillos de

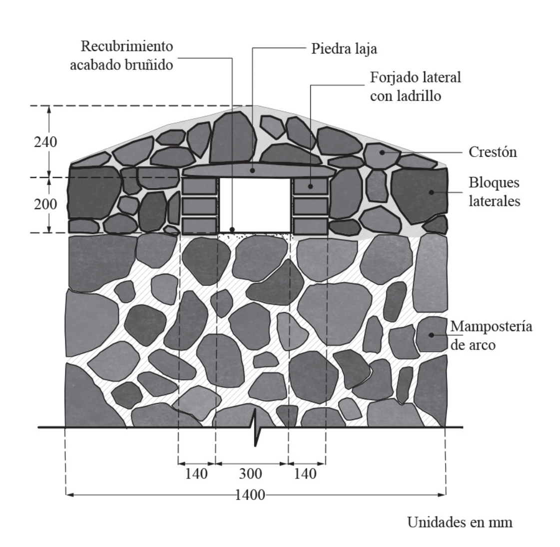


Figura 4
Detalles constructivos del canal, razón de ser de la arquería monumental (Sánchez y Meli 2014)



Figura 5
Ejemplo de pérdida de mortero en las juntas entre los sillares ubicados en los vértices de columnas y el uso de cuñas para nivelar y alinear los sillares (Sánchez y Meli 2014)

barro apoyados sobre la corona de la arquería. Dichos muretes y el fondo del canal fueron recubiertos con una capa de mortero con acabado bruñido de alta calidad de aproximadamente 5 mm de espesor. Finalmente, el canal quedó protegido por lajas de piedra y sobre ellas un crestón a dos aguas conformado por mampostería de calicanto recubierto con una capa de mortero (figura 4).

Estudios de campo

Los resultados de los levantamientos geométricos y topográficos que se llevaron a cabo para el plan maestro de la rehabilitación del acueducto permiten comprender la calidad en la ejecución de la obra. Por ejemplo, se encontró que la desviación máxima en las dimensiones de las secciones de las columnas no excede 10 mm y que las caras de las columnas tienen inclinaciones que no rebasan 1,5 al millar. En muchos casos, la inclinación de las caras opuestas de una columna es en diferentes direcciones, lo que indica que se debe a pequeñas imprecisiones en la construcción y no a una rotación en la base de la columna Una regularidad notable se encuentra también en la pendiente de la parte inferior del canal, así como en las alineaciones verticales y horizontales de las columnas.

Las columnas más altas se apoyan directamente sobre roca basáltica, mientras que en el resto del puente, las columnas descansan en un estrato de toba de espesor variable seguido por los yacimientos de roca basáltica.

Arcos, columnas y canal fueron inspeccionados minuciosamente para obtener una evaluación completa de los daños estructurales, de los cuales los principales se describen a continuación, junto con comentarios sobre su origen y significado.

Pérdida de mortero en mampostería

Distintas zonas del acueducto muestran pérdida parcial del mortero utilizado como aglutinante en las piedras de esquina y en la mampostería de tipo calicanto (figura 5). La pérdida de mortero, en la mayoría de los sitios observados, es superficial; sin embargo, existen algunas partes donde se agrava el problema, ya que la falta de mortero es tal que algunas de las piedras se desprenden y dejan horadaciones de tamaño notable. Estas cavidades reducen la



Figura 6
Sistema constructivo de las columnas resuelto con mampostería de calicanto y grandes sillares en las esquinas. Asimismo se aprecian marcas de consolidación anteriores de grietas con trayectoria preponderantemente vertical en la unión entre ambos materiales (Sánchez y Meli 2014)



Figura 7
Ejemplo de grieta en mampostería de columna afectando sillares (Sánchez y Meli 2014)

capacidad estructural de la obra de albañilería y aceleran su deterioro.

Fractura de sillares y dovelas

La rotura de estas piezas es causada por las concentraciones de esfuerzos que ocurren principalmente después de una pérdida de mortero en las juntas horizontales entre sillares y en las juntas radiales entre dovelas de arcos. Cuando esto ocurre, la transferencia de la carga entre dos piedras consecutivas ya no se produce a través de toda la junta de mortero, sino exclusivamente a través de un conjunto de cuñas pequeñas de piedra que los constructores colocaron para alinear las piedras angulares de las columnas y las dovelas de los arcos Ante estas condiciones, se producen concentraciones de esfuerzos en las piezas de piedra esculpida, específicamente en los puntos en los que se localizan las cuñas; estas concentraciones generalmente solo llegan a despostillar las orillas de los sillares, pero también pueden llegar a fracturarlos.

Separación entre sillares o dovelas de piedra y la mampostería de calicanto

En las caras de las columnas perpendiculares al plano de la construcción y en el intradós de los arcos se observan grietas longitudinales, cuya trayectoria coincide con el borde entre las piedras labradas que forman las aristas de dichos elementos y la mampostería de calicanto (figura 6). En ciertos casos, incluso sillares que fueron colocados para unir los dos tipos de mamposterías se encuentran fracturados (figura 7). Estos daños constituyen el problema al que se le ha prestado mayor atención desde el punto de vista estructural, pues existen evidencias de que varias de estas grietas fueron consolidadas en el pasado y ahora nuevamente se encuentran abiertas, lo que indica que esa solución resultó insuficiente. Una situación similar ocurre en los arcos, entre las dovelas y la mampostería de calicanto (figura 8).

El problema se atribuye, por un lado, a que los dentellones resultaron insuficientes para anclar las aristas a la mampostería de calicanto y por otro a que, como se verá más adelante, la diferencia de rigidez entre ambos arreglos de piedra da lugar a esfuerzos altos de compresión en las piedras angulares; además, con el paso del tiempo las mismas piedras tienden a separar-



Figura 8
Agrietamiento en el intradós del arco principal (Sánchez y Meli 2014)

se del resto del fuste por la pérdida de adherencia, así que los arreglos de sillares en esquina llegan a trabajar como cuatro columnas aisladas cuya esbeltez también favorece que dichos arreglos se separaren del fuste.

En varios casos este problema se acentúa porque la base de los arcos es menor que el extremo superior de las columnas, lo que obligó a desplantar las dovelas de los arcos directamente sobre la mampostería de calicanto de las columnas y no en los sillares de sus esquinas.

Erosión en la mampostería

Este problema afecta principalmente las bases de algunas de las columnas, en donde los escurrimientos de agua pluvial han socavado parte del mortero entre las piedras, esta situación ha sido propiciada por las modificaciones que se han dado a la topografía del terreno con el paso del tiempo a lo largo de toda la arquería, especialmente para la creación de los caminos (figura 9).

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Se realizaron varios tipos de análisis para evaluar la seguridad estructural de la arquería mayor en su estado

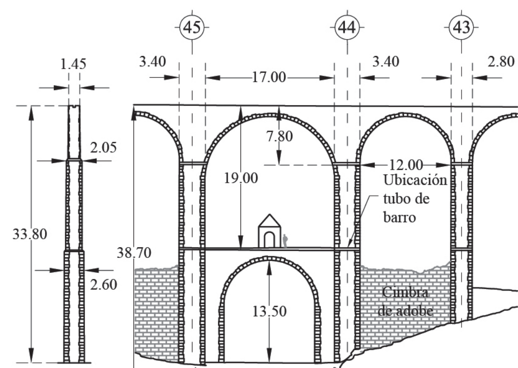


Figura 9
Erosión y pérdida de material en el desplante de una columna (Sánchez y Meli 2014)

actual. Los análisis se desarrollaron en un modelo de elementos finitos que representa todo el puente prestando atención especial al segmento crítico que comprende el arco sobre el río Papalote y sus dos arcos adyacentes inmediatos a cada lado. Las propiedades mecánicas de los materiales componentes (densidad, módulo de Young y resistencia a la tracción) se obtuvieron a partir de pruebas estándar de laboratorio efectuadas sobre piedras del mismo origen geológico que aquellas con la que se construyó la estructura.

El análisis de la estructura ante cargas de gravedad permitió estimar que el peso total de la estructura es del orden de 14,285t (140 MN), de las cuales 12,225t (120 MN) corresponden a la mampostería de calicanto, y 2060 t (20 MN) restantes a la sillería de las esquinas de columnas y a las dovelas de los arcos.

Las cargas en columnas varían con su altura; las más altas alcanzan 625 t (6 MN). La figura 10 muestra la distribución de esfuerzos verticales generados por las cargas de gravedad en la base de una de las columnas más altas; ésta indica que los esfuerzos que actúan en la dirección vertical se concentran en las esquinas en donde son, al menos, 2,5 veces superiores que se obtienen en el resto de la misma sección. Esta situación se atribuye a que en las esquinas se ubican los sillares macizos de piedra que poseen mayor rigidez que el resto de la mampostería en una misma sección.

El sitio del acueducto está lejos de las zonas afectadas por los fenómenos meteorológicos extremos; sin embargo, debido a su topografía relativamente

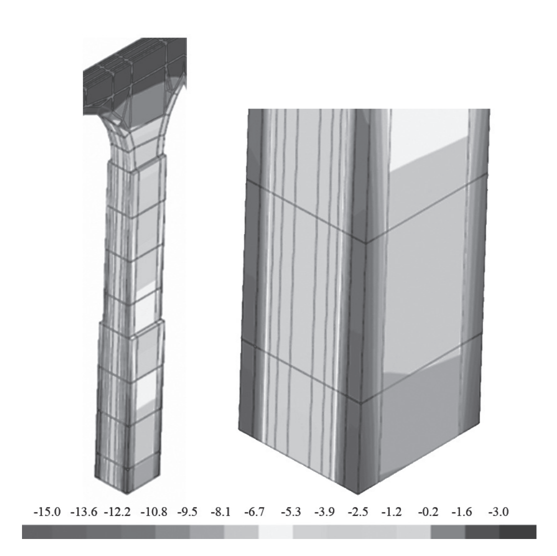


Figura 10
Distribución de esfuerzos axiales producidos en la dirección vertical expresados en kg/cm^2. Obsérvese que los esfuerzos de mayor magnitud se concentran en las esquinas (Sánchez y Meli 2014)

plana, es a menudo objeto de vientos fuertes. Los resultados de los análisis indican que los efectos del viento son menos críticos que los de sismo; sin embargo aún vientos de intensidades que tienen periodos de retorno de unas pocas décadas, son lo suficientemente fuertes como para inducir esfuerzos de tensión superiores a la resistencia a la tracción de la mampostería y, por tanto, pueden haber contribuido a los agrietamientos en la mampostería.

El emplazamiento del puente mayor se localiza a más de 250 km de la zona de subducción de la costa del Pacífico mexicano, que es donde se generan los terremotos de gran magnitud que afectan al país; por lo tanto, el nivel de riesgo sísmico para la arquería es moderado.

Actualmente, la mayor parte del puente principal muestra un estado de conservación aceptable. El daño estructural que acusa puede clasificarse como moderado, ya que conserva su geometría original sin distorsiones. Por otra parte, los resultados de los análisis de la estructura indican que los esfuerzos debidos a su propio peso están dentro de los límites de seguridad, y muestran que la estructura original tenía un margen de seguridad reducido, contra el colapso



Figura 11
Bloque de mampostería añadido para restituir la mampostería que colapsó en el pasado (Sánchez y Meli 2014)

ante eventos sísmicos, como los que establecen los códigos actuales de construcción; es por ello que eventos sísmicos moderados podrían haber causado agrietamientos en la mampostería, especialmente en las columnas más altas.

Por otro lado, la unión imperfecta entre los dos tipo de mampostería ha causado, en los arcos y las columnas más altas, una separación progresiva entre los sillares de las esquinas y la mampostería del calicanto, afectando así la acción compuesta entre los dos tipos de mampostería. Esta situación podría inicialmente haber sido causada por esfuerzos de tensión debido a su propio peso y luego significativamente agravadas por la pérdida de mortero debido a la lluvia y el derrame del canal, así como por las tensiones adicionales debido a los sismos.

La separación entre los sillares y la mampostería de calicanto se atribuye a la pérdida de la unión entre las dos partes. En las columnas, las cuatro esquinas

son más rígidas que la parte central de la sección. Esta situación hace que las cargas de gravedad se concentren en las piedras angulares, que por su esbeltez tienden a flexionarse fuera del plano del puente y por consiguiente se separan del resto del fuste. Un efecto similar al descrito para las columnas ocurre en los arcos, debido a la ausencia de un conector efectivo entre los dos tipos de mampostería que impida la separación entre ellos.

El avance de la separación de las esquinas genera que algunas de ellas pueden llegar a quedar totalmente independiente del fuste y fallar por pandeo, como ocurrió en el pasado en una de las columnas (figura 11). Por lo tanto, los tres problemas mencionados requieren intervenciones para restituir la acción integral de las dos mamposterías.

Propuesta de rehabilitación

Para restaurar la integridad estructural del acueducto, varias acciones han sido propuestas por los autores (Sánchez y Meli 2014). Las más importantes se concentran en las columnas más altas del puente y se describen a continuación.

Rehabilitación general de mampostería

Este concepto se refiere a las diversas acciones encaminadas a restituir la integridad de la mampostería. Incluye la eliminación de la flora parasitaria; la reposición del mortero que se ha perdido en las juntas entre sillares y entre piedras de la mampostería de calicanto; la reposición de las piedras que se desprendieron o que se encuentran fracturadas; y la consolidación de la mampostería mediante inyecciones de lechadas fluidas para rellenar las cavidades y las grietas internas de la mampostería.

Confinamiento de columnas

Para recuperar la acción compuesta entre los sillares de las esquinas y la mampostería de calicanto, se ha propuesto, colocar un zuncho formado por cuatro ángulos de acero inoxidable en las esquinas de la columna e interconectados por ocho barras del mismo material (Figura 12). Estas barras están provistas de

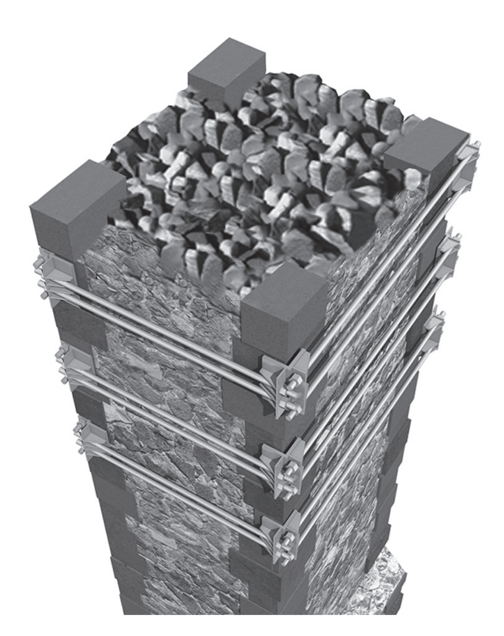


Figura 12
Propuesta para confinar columnas (Sánchez y Meli 2014)

rosca y tuercas en los extremos, para que el dispositivo pueda apretarse y confine la sección de la columna, con ello se evitará el desarrollo de grietas verticales. Estos dispositivos de confinamiento serán colocados principalmente en el extremo superior de las columnas donde el problema de la separación entre mamposterías es más importante debido a la descarga del arco sobre la mampostería de calicanto. Se trata de una intervención reversible, que puede eliminarse solo aflojando las tuercas.

Confinamiento de los arcos

Se ha propuesto colocar barras de acero inoxidable transversales y que crucen el espesor arcos, para unir las dovelas de esquina a la mampostería de calicanto del intradós de los arcos, el propósito es evitar la reapertura de grietas longitudinales que afectan la parte inferior del canal. Estas barras, que estarán provistas de rosca y cuerda en sus extremos, se incrustarán en las dovelas de piedra y en la mampostería de calicanto, así, el apriete de las tuercas confinará la mampostería (figura 13).

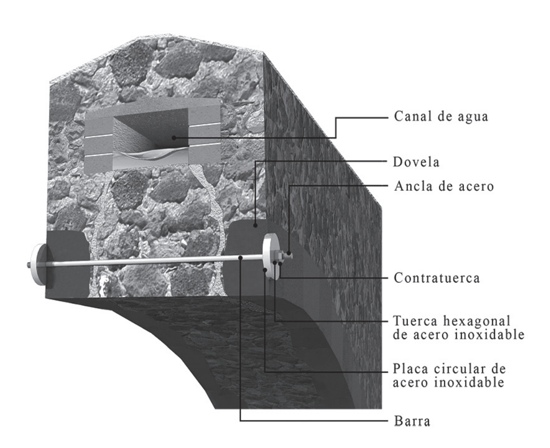


Figura 13
Propuesta para confinar arcos (Sánchez y Meli 2014)

Otras acciones

Las bases de la columna tendrán que restaurarse aplicando técnicas y materiales similares a los originales y la topografía del terreno circundante deberá modificarse para evitar la socavación en las bases de las columnas; además, la superficie dañada de las columnas deberá protegerse con un revestimiento de mortero desde su desplante y hasta alcanzar una altura de por lo menos 0,5 m por encima del nivel del relleno. Los vestigios de los muros de adobe merecen ser conservados, como prueba fehaciente del sistema de construcción utilizado para erigir el puente monumental. Estos muros y especialmente su corona deben ser protegidos para detener su degradación.

Para restaurar la arquería monumental, la Dirección General de Sitios y Monumentos Patrimonio Cultural del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes desarrolló un proyecto integral bajo la supervisión del Instituto Nacional de Antropología e Historia. La ejecución de una primera etapa se realizó en 2014 y en ella se intervino un tramo de la arquería principal, delimitado por cuatro columnas, dos a cada lado del río Papalote; desde el punto de vista estructural se consolidó la mampostería de las columnas, arcos y canal, en este último además se reemplazó el recubrimiento de su interior. En la misma etapa también se restauraron los glifos, los nichos y las pinturas contenidas en ellos; asimismo se limpió y delimitó el terreno alrededor del tramo elegido. La intervención en la estructura se realizó con apoyo de un andamio metálico que permitió el desarrollo de las distintas acciones de manera segura y funcional (figura 14).



Figura 14
Andamiaje para el proceso de rehabilitación (Sánchez y Meli 2014)

COMENTARIOS FINALES

Fray Francisco de Tembleque, autor del proyecto, logró ejecutar una obra de excelente calidad ante múltiples retos técnicos. Se considera que el principal reto fue realizar un trazo preciso de la trayectoria de esta majestuosa obra para que el agua, sólo por gravedad, lograra recorrer una distancia de alrededor de 42 km con tan sólo alrededor de metros de desnivel, en un sitio con topografía compleja.

La arquería monumental ha logrado conservarse gracias a una excelente calidad de su construcción; sin embargo, en algunos tramos se han presentado daños de carácter estructural. El principal problema de este tipo es la separación progresiva entre las partes construidas con sillares de piedra y las de mampostería de calicanto, porque están perdiendo su acción compuesta. Estos daños fueron reparados en el pasado, pero con el paso del tiempo aparecieron de nuevo, incluso algunos de ellos se han extendido y otros más han surgido.

Los resultados del análisis teórico de la estructura indican que ante la acción de su propio peso la arquería tiene un nivel aceptable de seguridad. También revelan que los severos temblores de tierra, como los especificados por el código de construcción, llegan a generar esfuerzos elevados y muy próximos a la capacidad de la mampostería. Los eventos símicos ocurridos hasta ahora pudieron ser absorbidos por la excelente calidad de la obra, pero debido al deterioro acumulado en varias partes de ella, en el futuro los sismos podrían llegar a producir el colapso parcial de algunas de las columnas más altas.

Por lo anterior, es necesario restaurar la integridad estructural de la arquería, para lo cual los autores han propuesto la consolidación de la mampostería, junto con una serie de reforzamientos encaminados a restituir la acción compuesta entre los dos tipos de mampostería que integran el arreglo constructivo de columnas y arcos.

En una primera etapa se ha consolidado ya la mampostería de la arquería en el tramo delimitado por dos columnas a cada lado del rio Papalote. Aún quedan pendientes implementar los refuerzos propuestos y consolidar el resto de la majestuosa obra. Además, la rehabilitación tendrá que ir acompañada de un seguimiento riguroso de la salud estructural del puente y por un programa de mantenimiento, con el fin de preservar este importante trabajo por mucho tiempo más.

Notas

La Dirección General de Sitios y Monumentos del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, realiza el programa de rehabilitación del acueducto y ha financiado los estudios que dan lugar a este trabajo.

La firma de ingeniería TGC realizó los estudios geotécnicos para determinar las características del suelo y cimentación; y la firma de arquitectos ARCA, S.A. de C. V elaboró los planos arquitectónicos detallados de la arquería de Tepeyehualco, así como los levantamientos topográficos y de desplomos de la misma.

Al Dr. Roberto Meli se agradecen sus valiosos comentarios y sugerencias; asimismo, se reconoce el apoyo que brindaron Joel Patino Cortés, Navani Nayeli Cadena Martinez, Roberto Sánchez Huerta, Claudia Lorena Sánchez Huerta, Ana Malitzin Cortes García y José Luis Palomino Aguado en el desarrollo del presente trabajo.

Lista de referencias

Cantú Bolland, C. 1995. «El Puente-acueducto Tembleque». *Cuadernos de Arquitectura Virreinal*, 16, Facultad de Arquitectura, UNAM.

Ciudad Real (Siglo XVI). 1993. *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España*. Inst. Inv. Estéticas, UNAM.

González Lobo, C. 2001. «La obra de Fray Francisco de Tembleque en la región de Zempoala-Otumba». *Bitácora-arquitectura*, 12.

Calderón de la Barca. F. (XIX Century). 2003. *La vida en México*. Porrúa.

Sánchez Ramírez, R. y Meli Piralla, R. 2014. *Diagnóstico y proyecto de rehabilitación de la arquería central del acueducto del padre Tembleque en Zempoala, Hidalgo*. Informe técnico elaborado para la Dirección General de Sitios y Monumentos del patrimonio Cultural del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, CONACULTA, México.

Valdés, O. 2010. *El padre Tembleque*. Editorial Jus. México

El sistema hidráulico de los jardines medievales de San Miguel de Pedraza (Segovia)

José Carlos Sanz Belloso
Luis Alberto Martín de Frutos

La intervención sobre los huertos abancalados, asociados a la Iglesia de San Miguel, en Pedraza de la Sierra (Segovia), encaminada a su recuperación para jardín visitable, llevó aparejada la aplicación de una metodología específica. Junto con el seguimiento arqueológico, hubo estudios geofísicos y geológicos, documentales, florísticos, botánicos y los relativos a la jardinería de plantas simples o medicinales, con lo que se posibilitó conocer con detalle sus sistemas hidráulicos y riegos históricos; esta circunstancia era fundamental, pues tomando como base lo preexistente, se plantearía su recuperación como recurso básico para las necesidades de los nuevos huertos-jardines.[1]

Nos encontramos en una ladera orientada a sur con diferentes abancalamientos, sucesivos y concatenados, a remonte, en los que se logró documentar el sistema hidráulico persistente en restos y vestigios. La construcción antrópica de unos jardines, que tienen su origen en la Edad Media (con yacimientos arqueológicos con laudas sepulcrales y enterramientos en el atrio próximo de la iglesia), mediante muros de contención de mampostería, con terraplenes conseguidos con rellenos de tierras seleccionadas, y sus drenes, con su plantación y explotación hasta mediados del siglo XX, suponen un buen ejemplo de huerto histórico, y sistema hidráulico afín, en terrazas o bancales.

Las obras fueron programadas para la recuperación de la estructura general de los bancales, y requirieron un estudio detallado del funcionamiento de su sistema hidráulico, que se fundamenta en dos manantiales. Su organización parte de dos aljibes, albercas, piletas, conducciones y otros elementos, articulando en su conjunción, los sistemas de riego por gravedad, mediante caceras en tierra y surcos, o con conductos en canales abiertas y cerradas, y con algunos tramos en tuberías, que derivarían el agua sobrante a plataformas inferiores para otros destinos.

La metodología disciplinar empleada fue la de la restauración en jardinería histórica; esta permitió el poder documentar y atestiguar, cómo desde épocas anteriores, se había procedido, con los recursos hídricos disponibles, a satisfacer la demanda de agua para riegos de los niveles aterrazados, y otros complementarios en niveles más bajos. El enclave parte de época medieval, y posiblemente tiene su origen en un periodo de repoblación de los siglos XI y XII. Los cultivos principales eran los de frutales, emparrados, higueras, huerta con verduras, hortalizas y plantas medicinales, en unos 2.200 m^2. La vocación de estos jardines, con usos curativos, al menos se mantiene hasta el s. XVIII, como un *Hortus sanitatis*, propiedad sucesiva de varias familias de boticarios locales. Inicialmente estarían relacionados, con mucha probabilidad, con las huertas con simples del cercano Monasterio de Nuestra Señora de la Sierra,[2] en Collado Hermoso, cerca Sotosalbos, provincia de Segovia, en otro paraje, con otro soleamiento, orientación, sustrato geológico y composición edáfica diferentes, y consecuentemente, con otros tipos de plantas y necesidades de riego.

Marco geofísico

La geología

Pedraza se sitúa geológicamente en el piedemonte Norte del Sector Oriental de la Sierra de Guadarrama, formado por dos conjuntos litológicos distintos:

Uno. El zócalo antiguo de la Sierra del Guadarrama, que en esta zona está constituido principalmente por rocas gneísicas.

Dos. La cobertera sedimentaria Cretácia:

Dos a. Tramo inferior detrítico: arcillas, arenas y gravas.

Dos. b. Tramo superior carbonatado: calizas, dolomías, margas y areniscas dolomíticas.

El zócalo antiguo se elevó, durante el periodo geológico del Terciario (entre 65,5 y 1,8 millones de años), a favor de grandes fallas inversas de dirección SO-NE, las cuales limitan los bloques elevados de la Sierra y los bloques hundidos de las fosas tectónicas, en donde se conserva la cobertera Cretácica

En el arroyo de San Miguel, o del Encinarejo, encontramos depósitos aluviales (arenas y gravas), el cual coincide con el recorrido de una falla inversa que sirve de contacto entre los materiales del zócalo antiguo de la Sierra de Guadarrama (rocas gnéisicas) y las calizas-dolomías del Cretácico (entre 140 y 65,5 millones de años). Los bancales de los jardines se encuentran sobre el bloque hundido con el sustrato de calizas-dolomías del Cretácico aflorando en las laderas. El relieve de su zona de implantación y entorno se encuentra muy alterado por la presencia de los muros de contención de mampostería antiguos que generan, mediante el acúmulo de suelo, los aterrazamientos en bancales o terrazas, junto con material de derrubios, en planos casi horizontales. El término andén viene asociado a las regiones sudamericanas con este tipo de soluciones de «domesticación» de empinadas laderas, en los Andes; por ser su descubrimiento de Época Moderna, su empleo, en este caso, podría ser anacrónico.

Estos jardines se fragmentan en hasta cinco alturas diferenciadas, con asociaciones de dos plataformas en algunos casos, casi en continuidad, con una leve transición (figura 1).

Los materiales geológicos presentes en estos jardines son en la parte alta y en los cortados rocosos, calizas-dolomías del Cretácico. Los bancales se conforman con los derrubios procedentes de la erosión de la roca, pero especialmente por la mano y necesidades del hombre, que ha incorporado durante siglos, un aporte y relleno de materia orgánica, consiguiendo un suelo vegetal suficientemente fértil y propicio para el cultivo y laboreo. En estos jardines destaca la presencia de dos manantiales procedentes de acuíferos «colgados», que se generan mediante la filtración del agua a través de las fisuras y la porosidad de la roca de la parte superior que al llegar a estratos de caliza «sana», casi impermeables. Esto provoca que el agua no profundice más y permite que aflore en los veneros que podemos contemplar.



Figura 1
Vista general desde Pedraza

Los jardines cuentan con un desnivel de unos 16,50 metros, desde la plataforma de acceso hasta las peñas superiores del último bancal. El agua surge a

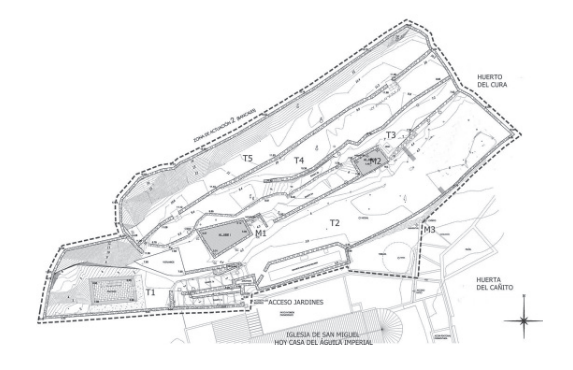


Figura 2
Planta general y topografía

una altura intermedia, salvo en un manantial inferior, en una banda con muy pocas oscilaciones altimétricas, en torno a los 1.030 m.s.n.m., como se apreciará en las imágenes que seguirán. La planimetría, con curvas de nivel, da idea de la configuración de este espacio en planta (figura 2).

El aprovisionamiento histórico a Pedraza de agua se realizaba desde el Arca Madre, una arqueta de captación de piedra situada al norte del acueducto, y por una audaz construcción ingenieril con arcadas, conocida como Los Arcos (figura 1), que salva el arroyo de San Miguel, se lleva hasta la fuente de El Caño (figura 3), aun existente y con agua corriente. Se localiza esta en un repecho de subida a la Villa y hoy sigue aprovisionando las huertas inferiores del mismo nombre. Esta era la fuente de abastecimiento para los habitantes de la Villa de Pedraza, con el esfuerzo de acarrear hasta sus casas los pesados cántaros, botijos y otros recipientes.



Figura 3
Fuente del Caño

Hidrogeología. Nivel freático

El tramo carbonatado del periodo Cretácico Superior, sobre el que se emplazan los jardines de la Iglesia de San Miguel, es permeable por karstificación, fisuración y a favor de las superficies de estratificación. La roca sana no fisurada es impermeable. Al pie de los escarpes de la terraza inferior T2, se localizan dos manantiales, M1 y M2, de pequeño caudal (0,010 l/s aproximadamente), y otro M3, en la base de los estratos de caliza, sobre los que se apoya el muro de contención de la misma terraza.

Los manantiales surgen a favor de los planos de estratificación por encima de estratos de caliza sana poco fisurada. Estos manaderos son pues el aliviadero de dos niveles freáticos colgados, sin relación con el nivel freático más general, estando este por debajo de los fondos de valle de los arroyos de la zona. Siguiendo hacia el este se van a ir descubriendo en la ladera otros manaderos que van a dar lugar a otros usos, en fincas de otras propiedades, y alguno con aprovechamiento público.

Reseña arqueológica

La intervención con metodología arqueológica, además de constatar la existencia de enterramientos en el atrio del acceso, al sur de la antigua iglesia, hoy Casa del Águila Imperial, ha permitido documentar la estructura y composición de restos del sistema hidráulico que distribuía el agua de riego para huertos, quizá en algún periodo ajardinados, en los bancales posteriores, al norte. El líquido vital en sus recorridos finales cubría las necesidades de abastecimiento de monjes, con edificaciones del pequeño complejo eclesiástico monacal y otros riegos, en la zona inferior. El núcleo hidráulico principal lo constituyen los dos aljibes mencionados, localizados en la terraza de mayor extensión T2, el del lado occidental excavado en ella, y el del oriental por vaciado frontal, con un cajeado dentro de la roca, de uno de los cortados calizos, alimentados por sendos hontanales.

Desde los aljibes el agua se distribuía en superficie, mediante un sencillo y eficaz sistema de canalizaciones y pilas monolíticas calizas de reparto, para irrigar los cultivos y previsiblemente para consumo humano y usos afines, también relacionados con la implantación adyacente a la iglesia de un barrio en el Medievo.

En el caso concreto de los bancales de la Casa del Águila Imperial de Pedraza, o Jardines de San Miguel, se han podido documentar, dos canalizaciones o atarjeas. La utilización de similares estructuras hidráulicas podría remontarse hasta la época altomedieval o moderna (s. XV), asociadas a Iglesia de San Miguel,[3] cuando albergaba una pequeña comunidad religiosa. Desde entonces, estos sistemas de irrigación habrán seguido en uso, mediante sucesivas re-

modelaciones y reconstrucciones, hasta su abandono y deterioro posterior a mediados del siglo pasado.

Se han recuperado y reutilizado dos pilas monolíticas, una de lavar y otra de distribución, ambas colocadas inicialmente en el frente del aljibe del este. La segunda pila vertía a dos atarjeas realizadas con diferentes materiales, una enterrada, con tejas solapadas formando el canal y los laterales de mampostería hincada en el terreno, con cierre superior, con losas calizas y pizarrosas, en caja cerrada. El manadero de lado de poniente una pila, en muy mal estado, se rodeaba con un suelo o solera de baldosa cuadradas de barro, y cierres laterales similares a los anteriores, careciendo de tapa o cierre superior, en el momento de su estudio, pudiendo haber sido un caz abierto, o bien haber sido amortizadas.

Las prospecciones realizadas en el atrio han permitido descubrir las cimentaciones de los muros del cerramiento lateral sur, así como los restos de las múltiples inhumaciones que se disponían en este espacio, inicialmente estudiadas en una campaña arqueológica anterior, contando con varios niveles superpuestos de enterramientos desde época medieval. El estudio arqueológico se encuentra en el Servicio Territorial de Cultura de Segovia.[4]

Del aljibe del lado este se recuperó una pieza de bronce, como las habituales en muchos sistemas hidráulicos históricos, con funcionamiento de llave de cierre y apertura, para la extracción de agua a cota inferior, por giro, con husillo troncocónico extraíble, con tirador superior incorporado (figura 4).



Figura 4
Llave de vaciado de aljibe del este

Los jardines en su contexto histórico y tipológico

Pedraza de la Sierra es el núcleo urbano que encabeza la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza. Este tipo de sistemas de gestión del territorio, que nacen en los periodos de colonización por repoblación cristiana, en la denominada «Reconquista», con complejísimos sistemas económicos, políticos, sociales, religiosos…determinan muchos de los acontecimientos, y sus hechos materiales asociados, que perduraron durante muchos siglos y que aún son parcialmente visibles. Las relaciones eran bien intrincadas y las tensiones de la Comunidad con el poder nobiliario, los sucesivos señores del enclave, de ambos con la Iglesia, y de todos en referencia y bajo la corona, describen un panorama harto enmarañado y difícil de desentrañar hoy en día. La repercusión sobre el dominio, disposición y manejo del agua era uno de los aspectos, y no de menor estima, que quedaba contemplado en una amalgama de intereses, derechos y costumbres. La Villa se sitúa en un alto con claros valores estratégicos de defensa. A sus pies, y en concreto hacia el Arroyo de San Miguel, se implantó un arrabal medieval, con la primitiva iglesia como centro religioso, o colación, y surgieron colindantes unos huertos en terrazas apoyados en la ladera, con sus manantiales.

La situación, salvando las distancias y la escala, es similar a la de la ciudad de Segovia, igualmente constituida en Comunidad de Ciudad y Tierra y sus Nobles Linajes. La Roca, con la ciudad murada estaba rodeada asimismo de arrabales; los del lado norte igualmente contenidos por contemporáneos roquedos calizos. A los pies de estos a su vez brotan fontanas, bajo las que se fueron erigiendo asentamientos humanos desde épocas remotas, con constataciones arqueológicas de tiempos prehistóricos. Desde la Edad Media van a ir alzándose varios complejos religiosos notables, como los Monasterios de Nuestra Señora del Parral y el de Santa María y San Vicente el Real (Ruiz 1997). Conjuntos muy extensos con huertas y espacios análogamente abancalados.

En las Alamedas segovianas del Parral, en la margen derecha del Eresma, otras huertas históricas aún se mantienen, con otros manantiales colgados del Cretácico; incluso alguna se llegó a convertir en un magnífico jardín, como el Romeral de San Marcos, paradigma de la jardinería contemporánea (Gómez



Figura 5
Vista del conjunto de la ladera

2002). Pueden consultarse igualmente algunos textos de divulgación especializada.[5]

En Pedraza se fue produciendo una ocupación de la ladera, en la que se ubican nuestros jardines-manantiales, de tal forma que en el tramo más cercano al pueblo se dispusieron unas amplias terrazas propiedad de la Iglesia (quizá antes del rey o la nobleza). Estaban integradas por los actuales Jardines de San Miguel y el contiguo Huerto del Cura, siendo los primeros de titularidad pública de la Comunidad de Castilla y León, y el segundo sigue siendo de propiedad eclesial.

En un plano más bajo aparece la fuente del Cañito de uso público, que alimenta parte de las huertas de igual nombre.

Continuando hacia el este, en las cotas intermedias, se encuentra el Arca Madre del agua, manantial del que parte el acueducto y que tras discurrir por un largo tramo enterrado, alimenta a la fuente de El Caño mencionada, y esta a las huertas de nombre homónimo. Más hacia naciente se localiza la gran finca en terrazas con sus hontanales propios, la conocida por «Huerta Encalá».

Por tanto la Iglesia coloniza y transforma el tramo más allegado a la población, a continuación se destina el siguiente manantial, con unas condiciones de altitud adecuadas, al uso de abastecimiento urbano, y al fondo una propiedad privada, de la que desconocemos su titularidad. Estos elementos son los que señalan en una imagen panorámica frontal de la ladera (figura 5).

Podríamos concluir que es el agua uno de los factores más determinantes a la hora de conformar y transformar unos espacios seminaturales, en espacios o «paisajes culturales», en los enclaves distantes de Segovia y Pedraza, pero con unas características geomorfológicas y sociopolíticas similares. Desde época alto medieval se atestiguarían estrategias de posicionamiento y alteración del medio físico para «ordenarlo» y ponerlo en producción, con mecanismos históricos derivados de métodos empíricos, verificados en intervalos de tiempo muy dilatados, y con el agua como primer e imprescindible bien y recurso.[6] Sobre agua, sociedad y diferentes aspectos en el Medievo en Segovia son de gran ayuda algunas publicaciones (Asenjo 1980; Asenjo 1986).

Abancalamientos y captaciones. Aspectos constructivos

Huertas en bancales

Una vez detentada la propiedad del lugar se procedería a su cercado mediante tapia de mampostería adaptada a la orografía y completamente irregular, con una forma general estrecha y alargada, muy característica. Esta valla pétrea englobaba inicialmente los Jardines de San Miguel y el Huerto del Cura, hoy divididos por una tapia de dirección noroeste-sureste, en el sentido de la pendiente. Esta delimitación perimetral podría corresponder a una fase inicial de acotación, o bien pudo irse alzando a medida que se configuraban las terrazas, tarea esta como veremos costosa y laboriosa. Amoldar los perfiles rocosos a una disposición de sucesivos planos horizontales habrá de suponer: Desmontes, con picados en roca, que serían los mínimos; excavaciones con picado en piedra para alojar los aljibes y albercas; excavación de algunas zanjas inevitables, en terrenos duros con estratos calizos; y unos trabajos de relleno acompañados del levantado de los muros, tanto los de conten-

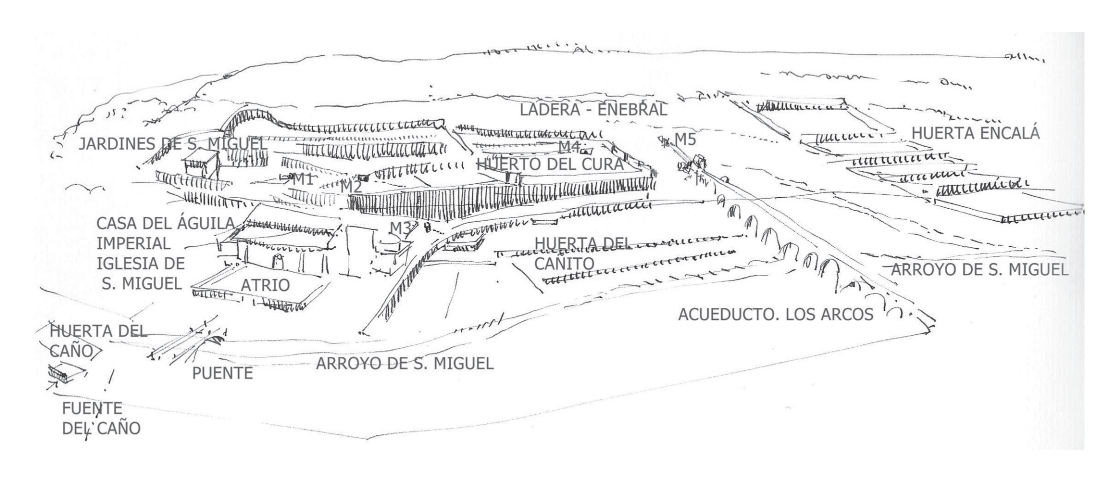


Figura 6
Croquis de los manantiales en la ladera

ción como los de sus rampas de conexión, en atención a sus destinos hortofrutícolas, y fundamentalmente, a la situación de los manantiales. Así las terrazas más amplias y desahogadas deberían llegar a los pies, y llegan, de donde mana el agua, como en la terraza T2.

Estas labores aparentemente sencillas implicaban amplios conocimientos técnicos y cierta pericia al construir en alturas escalonadas y retrasadas, unas tras otras; a veces sobre el borde de las peñas, y en ocasiones sobre voladizos rocosos. Muros que aguantarían parte de los empujes laterales de los terrenos de rellenos, especialmente en estados de saturación, más pesados, y con alturas en correspondencia con la potencia de los terraplenados, en algunos casos de varios metros. Estos rellenos artificiales deberían ser cuidadosamente planificados, con elección esmerada de los materiales, vertidos en capas superpuestas con granulometrías adecuadas, para alcanzar diversas prestaciones. Habrían de ser aportes de tierras y gravas seleccionadas, extendidas por tongadas, y someramente compactadas. La procedencia de los materiales sería de lugares lo más cercanos posibles. El conjunto debía ser estable en sí, con auto compactación inherente en el tiempo, sin provocar mermas apreciables en las necesidades requeridas de drenaje, que garantizasen una suficientemente porosidad y evitación de encharcamientos. Se juega a equilibrar una imprescindible retención del agua de lluvia y riego, con una suficiente permeabilidad. Estas relaciones de equilibrio, entre distintos factores, no permiten emplear cualquier tipo de relleno ni en cualquier disposición. Una planificación incorrecta acarearía efectos no deseados sobre los sistemas radiculares de los vegetales, y por tanto sobre ellos, y potenciaría unos perniciosos esfuerzos horizontales sobre los muros de confinamiento, comprometiendo su estabilidad. Se construyeron con fábricas de mampostería no muy cohesionada, y aunque de robusta factura, no son ni remotamente rígidas y están meramente apoyadas en el sustrato geológico. Estos lienzos, con apreciables distancias longitudinales, a su vez son, y en alguna medida, permeables y facilitadores de un drenaje frontal, y con un respiro delantero de la terraza.

Para construir una huerta, *ex novo,* sobre una áspera ladera poblada de sabinas o enebros colonizadores,[7] en su especie de *Juniperus thurifera*, se estaría a una organización de una obra de cierta envergadura, con planificación de los tajos, provisión y previsión de los materiales, y la concurrencia de unos pocos oficios: Cavadores de zanjas, acarreadores de miles de metros cúbicos de tierras, gravas y otros materiales, en un sin fin de viajes, carretadas, transportes, vertidos y extendidos; cuadrillas de canteros y picapedreros para levantar las cercas, muros y pérgolas, con sus cales y caleros,

carpinteros y algún maestro de agua, fontanero monje o seglar, versado en hidráulica básica. La mano de obra local de labriegos y pecheros, salvando los periodos en los que estaban a principales ocupaciones, era siempre empleada. Al final entrarían los hortelanos y plantadores de frutales. El contiguo barrio del Arrabal tenía población morisca, de la que se sabe su predilección por la huerta y el agua. En el siguiente esquema (figura 6) se representan rayados los muros y se grafían los elementos hidráulicos de este paisaje cultural, complementando la visión de la imagen anterior.

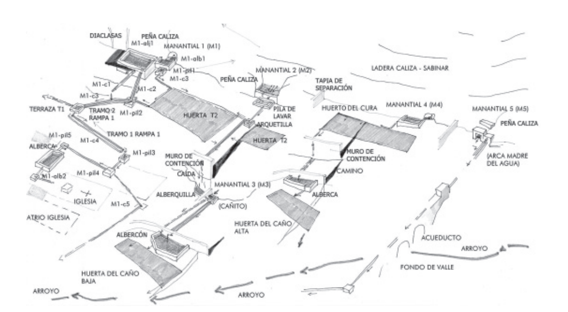


Figura 7
Esquema hidráulico general

Sistema hidráulico. Manantiales, captaciones, almacenamiento y derivaciones.

En el boceto que acompañamos (figura 7) se detalla todo el sistema de captaciones, almacenamientos y derivaciones en arterias secundarias y conducción hacia los planos más bajos.[8]

El manantial M1, nace de la roca en un reducido nicho o edículo, posiblemente retallado para agrandarlo, y vierte el agua, tras resbalar por una losa horizontal (con epigrafía medieval), en una pileta-alberquilla dispuesta contra la roca, M1-alb1. De aquí vierte al aljibe contiguo, M1-alj1, excavado en la roca, o bien por un cañito, se dirigía a una pileta inferior (figura 8), desde la que se realizaba parte del riego de la terraza T2, por una pequeña canal M1-c3. Este aljibe contaba con un imprescindible rebosadero superior, y un sistema de vaciado de fondo, a través de la conducción enterrada M1-c1, que entroncaba con el agua laminada por un conducto aéreo M1-c2. Las dos últimas confluían en otra canal abierta M1-c3´, que encaminaba el agua a los niveles inferiores, a la altura de los pies de la iglesia, a una alberca rectangular M1-alb2, desaparecida. Este proveería a ciertas necesidades de la pequeña comunidad, y su sobrante a posibles huertas o cultivos adyacentes o inferiores. Es factible considerar la existencia de arquetillas o pequeñas piletas, en los quiebros de los recorridos, como M1-pil2, M1-pil3 y otras.

Las conducciones M1-c3´y M1-c4 acompañaban la pendiente de los tramos de la primera rampa, y parte de su caudal podría desviarse para abastecer otro ramal, por el lado norte de la citada construcción, hoy Casa del Águila Imperial, en M1-c5, hacia otros ámbitos y huertos.

El manantial M2, se consigue por la excavación y picado de un tramo del frente de la roca, creando un recinto abierto de planta cuadrangular, no muy grande. En su fondo y frente, a cota muy baja, surgen tres hilos de agua que llenan el aljibe que se configura al cerrar el frente con un pretil, de sillería encajada entre la peña, como cuarto lado del vaso. De este recipiente se vertía, por medio de la llave de bronce descrita, a una piedra de lavar, adosada a sus pies y en paralelo, con los extremos cortos inclinados, y en perpendicular hacia la parte delantera del bancal, se dirigía por una canaleta, a una pila monolítica de repartición. Desde ella, con dos orificios más en sus laterales, se podía regar el resto de la terraza primera, o bien ser enviada hacia abajo, formando una pequeña cascadita, hasta un pequeño receptáculo casi encajado en la base del cortado pétreo, con un posible manantial propio. Este vaso semi-natural, vierte el agua excedente por abajo de un murete de piedra lateral, a

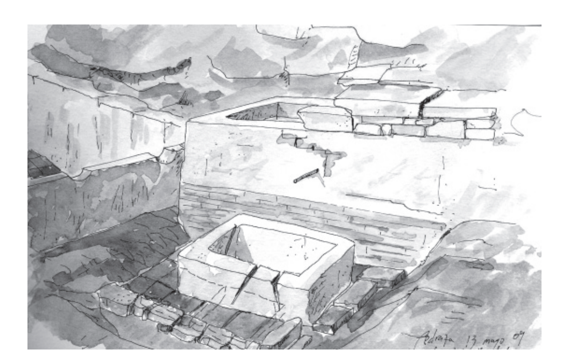


Figura 8
Pileta lado oeste

otra piletilla de piedra; también a ella se arroja el caudal de un pequeño caño, el Cañito M3. Finalmente este agua, y por una canaleta abierta de piedra, llena un «albercón» poligonal, que surte para su riego a las huertas bajas del Cañito. El vaso encajado y la gran alberca también se conectan por una conducción enterrada.

El siguiente venero M4, se sitúa en el Huerto del Cura, a una cota similar a las de los anteriores, y ya sabemos que no casualmente. Se recibe en una recoleta alberquilla rectangular, poblada de tritones, y con esa agua se riega la terraza principal de dicho huerto, adyacente y en continuidad a T2. El manadero se encuentra concretamente en una pequeña cavidad que se mima con atención y esmero por los actuales hortelanos, Concha y Antonio, además botánicos.

El caudal excedente se conduce, atravesando un caminillo, hacia las partes altas de la huerta del Cañito, llegando a otra alberca que es vigilada por Evarista, quien cuida también la huerta son tenacidad y mirada diáfana, antes ayudada por Paulino.

No muy lejos llegaremos a la mencionada Arca Madre del agua, con una construcción de sillería labrada con molduras, y que completa este recorrido, con su surgencia M5. Al ubicarse extramuros de los recintos que nos competen, se deja su descripción para otra ocasión, junto con el del audaz acueducto de los Arcos, las canalizaciones enterradas (con vestigios de arcaduces de barro), y su llega enterrada hasta la fuente del Caño, con generoso chorro. Sobre hidráulica histórica se referencian algunos trabajos (Carricajo 2003; Sanz 2013; Val 2006; Val et al. 2008).

El pasado de una hidráulica y jardinería medieval contaría con improntas pretéritas, y está en relación con las tradiciones heredadas desde épocas romana, visigoda y especialmente con la de raíz hispano musulmana. La permanencia de usos y tratamientos islámicos sobre el territorio, y concretamente respecto del agua, aún no están suficientemente estudiados en esta Extremadura.[9]

En 2003 se pudieron visitar las ruinas de los bancales, hoy recuperados,[10] y se apreciaron restos de tuberías de fibrocemento en la rampa de entrada. También pervivía una alberca a los pies de la iglesia, de la que aportamos la imagen perdida de sus reflejos, últimas pervivencias del correr y estar del agua en ese sitio.

Las vidas del agua

El agua, por tradición, solía tener varios usos o vidas: tras cumplir uno, pasaba a otros, generalmente secundarios o subsidiarios, aunque no siempre. En este caso las posibles huertas iniciales, en el fondo del valle, recibirían el agua de los manantiales, en franca y despejada bajada, aunque seguramente, y ya de algún modo, conducidas. Al interponerse las terrazas de las huertas de San Miguel y su iglesia, se mantuvo, hasta la actualidad, el que el caudal sobrante y excedente, se siguiera llevando a las primeras, tanto si escasea como cuando abunda, rebalsa y estorba.

Conclusiones

Estos sencillísimos sistemas hidráulicos llevaron aparejadas unas obras de construcción e ingeniería, en términos actuales, y con la debida perspectiva, muy considerables. Obtener rendimientos, no solo materiales, conllevaba ganar unos amenos y provechosos espacios… al aire, cuesta arriba. Bancales montados sobre peñascos mirando al Sur y a la Sierra de Guadarrama, como eco o anticipo, a pequeña escala, de los de la ciudad de Segovia.

La simplicidad, casi precaria, de los elementos y desarrollo de las redes de captación, almacenamiento y distribución descritas, implicaban unos parejos entretenimientos y reparaciones, así fácilmente asumibles. No importan los deterioros en el manejo de los preciados hilos de plata, pues sus reposiciones y reconstrucciones serían fáciles y rápidas.

El agua, en su perseverante manar, desde épocas históricas, se revela nuevamente, como oportunidad de ocupación y resorte para la «trastocación» de los lugares, como posibilidad indispensable para el desarrollo de actividades humanas, haciéndolas viables y duraderas, en un ir tras y en pos de ella, y en concreto como se ha relatado, en unas aparentemente simples huertas medievales. Agua con regulaciones, disposiciones y normas detalladas desde antiguo, ya fuesen corrientes, vertientes, estantes o manantes, de pie o boca, con sus exigencias, servidumbres, privilegios, mercedes y conflictos.

El agua modifica el territorio al dotarle de contenidos culturales, incluso a pequeña escala, y aunque es difícil evaluar su impacto, si nos detenemos un momento, apreciamos cómo la Cultura adecúa terre-

nos, lugares y parajes, a su medida y acomodo. Acostumbrados como estamos a ver este tipo de intervenciones abancaladas, no se ha de olvidar su carácter artificial, con una artificialidad de alguna manera «natural», que hace que se nos revelen como segundas geologías, superpuestas a la primigenia, con un cuidado y certero manejo de los materiales, naturales, y con su completa integración en el entorno.[11]

Los Jardines de San Miguel ejemplifican sucinta y sabiamente una precisa y sensible gestión histórica del agua.

Notas

1. En la Edad Media, y tras las aproximaciones que se han venido haciendo con estudios comparativos, la diferenciación entre huerto y jardín podría no tener necesidad de ser. Espacios con vegetales utilitarios, y en especial desde la tradición los jardines-huertas hispano islámicos, podrían estar dotados de altos contenidos sensoriales y emocionales. Las relaciones y asociaciones de plantas y sus disposiciones, la incorporación de especies de fragancia, aromáticas, condimentarias, sazonadoras, saponarias, tintoreras… y otras más ornamentales, y a la vez con ciertos usos prácticos, compondrían recintos con una variedad de registros asimilables a cierta idea de jardín.
2. Santa María de la Sierra, Arteguias, consultado 8 de octubre de 2010, http://www.arteguias.com/monasterio/santamariadelasierra.htm.
3. Para el antropólogo William Kavanagh los topónimos que incluyen «San Miguel», corresponden a veces a lugares de repoblación medieval, en los que el agua es especialmente patente. No pocas poblaciones avalarían su propuesta, en las que advocaciones a ese arcángel, irían en concordancia con la abundancia de manaderos, surgencias, arroyos, regatos, canales y caces. Así lo expresaba en sus charlas, en el Curso de Patrimonio Inmaterial del Centro Buendía de la Universidad de Valladolid, el 23 de enero de 2014: El ciclo vital: la percepción del territorio y el tiempo en la Castilla rural; Agricultura, ganadería y pastoreo en Castilla y León: la trashumancia.
4. En años anteriores la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, promovió un concurso de ideas que sirvió para desarrollar un proyecto de intervención, con las posteriores obras de restauración de las ruinas de la iglesia de San Miguel. Se transformó en un aula didáctica y educativa con contenidos medio ambientales, centrados en el águila imperial. Debido a las características del asentamiento fueron obligados unos estudios y seguimientos arqueológicos. Estos trabajos se encuentran en el Servicio Territorial de Cultura de Segovia.
5. José C. Sanz, Silva en El Romeral. Un jardín privado universal (I), *Tamtampres*, 27 de agosto de 2013, consultado el 27 de agosto de 2013, http://tamtampress.es/2013/08/27/silva-en-el-romeral-un-jardin-privado-universal-i/. José C. Sanz, Jardines en los palacios de Pedro I. Una forma de viajar, *Tamtampres*, 16 de diciembre de 2013, consultado el 16 de diciembre de 2013, http://tamtampress.es/2013/12/16/jardines-en-los-palacios-de-pedro-i-una-forma-de-viajar/.
6. Es destacable el Plan Especial del Conjunto Histórico de la Pedraza, y los estudios sobre le Iglesia de San Miguel en el *Cuaderno número uno de Villa y Tierra* de 1997.
7. Antonio Gracia, febrero 2015, comentario sobre la distinción entre enebros y sabinas en Pedraza. *Blog Pedraza Verde (sitio web)*, consultado el 14 de julio de 2015, http://pedrazaverde.blogspot.com.es/p/ene.html.
8. Fernando M. Hernández, El sistema hidráulico en un monasterio cisterciense. Santa María de Carracedo. León. *Instituto de Estudios Almerienses*, I Coloquio de Historia y Medio Físico, 1989, consultado el 1 de mayo de 2007, http://www.dipalme.org/servicios/anexos/anexosiea.nsf/vanexos/iea-aza-t7_c2/$file/aza-t7_c2.pdf. Miguel A. Martin, et al, La sala de monjes y el sistema hidráulico del Monasterio, en *Moreruela. Un monasterio* en la historia del Císter, 2008, consultado el 2 de mayo de 2015, https://drive.google.com/file/d/0B9KSVDL8Sqo0anFjSlVSU19XOFk/edit. Miguel A. Martin, et al, El Monasterio de Santa María de El Paular (Rascafría). Un monumento en uso, en restauración y en estudio, *Actas de las séptimas jornadas de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid*, 2013, consultado el 2 de mayo de 2015, https://drive.google.com/file/d/0B9KSVDL8Sqo0dXR2R3JsdDV3OHM/edit.
9. Sobre hidráulica histórica, en valles y terrazas, existen una apreciable bibliografía en las comunidades de Murcia, Baleares y Andalucía, y muy concretamente sobre regadíos del acervo hispano musulmán. La recuperación de la memoria del agua, desde la perspectiva de Al-Ándalus, y sus ramificaciones, se condensa en casos singulares como en el Generalife, la Alambra o los cármenes del Albaicín en Granada, o relacionados con la Alcazaba almeriense.
10. La Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla y León promovió las obras encaminadas a la recuperación de estos jardines, como un espacio revegetado, complementario a la Casa del Águila Imperial. Bajo la supervisión y amparo de la Fundación de Patrimonio Natural, se desarrollaron en años recientes, los trabajos correspondientes para organizar recreaciones de ambientes y escenas jardineras medievales, con jar-

dines de síntesis y otros recintos con simples y diversas especies, agrupadas bien por ecosistemas o por bloques temáticos.

11. Todas las imágenes utilizadas son de elaboración propia.

Lista de referencias

1998. *Felipe II: los ingenios y las máquinas: ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*. Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V.

Asenjo González, María. 1980. *En la España Medieval. La organización de los espacios, técnicas y cultura material en la Castilla medieval.* Madrid: Universidad Complutense.

Asenjo González, María. 1986. *Segovia, la ciudad y su tierra a fines del Medievo*. Madrid: Universidad Complutense.

Carricajo Carbajo, Carlos. 2003. *El viaje de las Arcas Reales. Nueva visión sobre las Arcas Reales Vallisoletanas.* Valladolid: Editado por Aguas de Valladolid.

Fariello, Francesco. [1967] 2004. *La Arquitectura de los jardines. Desde la Antigüedad a nuestros días.* Barcelona: Editorial Reverté.

Gómez Municio, José A. 2002. *El universo en el jardín: paisaje y arte en la obra de Leandro Silva*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.

Harvey, John. 1981. *Medieval gardens.* Londres: Batsford.

Kavanagh, William. 2007. *La voz y la noticia. El uso del espacio y su simbolismo en una aldea de la Sierra de Gredos.* Valladolid: Diputación Provincial.

Páez de la Cadena, Francisco. [1982] 1998. *Historia de los estilos en jardinería.* Madrid: Editorial Istmo.

Roquero, Luisa et al. Asociación de amigos del jardín y del paisaje. 2002. *El Romeral de San Marcos. Un jardín de Leandro Silva.* Segovia: Editado por Caja Segovia.

Ruiz, Antonio. 1997. *El monasterio de Santa María y San Vicente el Real*. Segovia: Real Academia de Historia y Arte de San Quirce.

Sanz Belloso, José C. 2013. *Conocer Valladolid VII. Jardines, huertas, vergeles y riberas*. Valladolid: Real Academia de las Bellas Artes de la Purísima Concepción de Valladolid, 113-141.

Val del, María I., coord. 2006. *Vivir del agua en las ciudades medievales*. Valladolid: Editado por la Universidad de Valladolid.

Val del, María I. y Villanueva, Olatz. 2008. *Musulmanes y cristianos frente al agua en las ciudades medievales.* Vol. 81 de Serie Coediciones, Editores Universidad de Cantabria y de Castilla - La Mancha.

La arquitectura republicana de madera de la costa de Arequipa, Perú

María Isabel Sardón de Taboada
Rafael Zeballos Lozada

A finales del siglo XIX, con la llegada del ferrocarril al sur del Perú, se produce una inmigración de personas de distintas nacionalidades que se asientan en las ciudades portuarias de estas costas trayendo consigo sus tradiciones y costumbres. Esto genera la aparición de una arquitectura de madera constituida por amplias casonas fabricadas con madera de pino de Oregón, traída desde los Estados Unidos. Estos nuevos pobladores afincados ya en la zona generarán el crecimiento y la bonanza de éstos puertos y la aparición de ciudades balneario que serán levantadas con este modelo de arquitectura, estableciendo una nueva tradición constructiva en la zona, diferente a la tradicional construcción con tierra imperante en ella desde épocas pre-incaicas.

La presente comunicación hace un repaso por las características tipológicas y constructivas de esta arquitectura con el objetivo de profundizar en su análisis e identificación y establece un ámbito de coincidencias que va más allá de las fronteras del Perú, hasta llegar a las costas centrales de Chile.

Para concluir, finalmente, que esta arquitectura de madera constituye un claro ejemplo del mestizaje cultural que se vive en el nacimiento de la República, donde se vislumbran otros referentes culturales más allá de los hispánicos y los autóctonos y que nos brinda una idea clara del crisol de naciones que sentó las bases para la construcción de ese nuevo período clave en la historia del Perú actual.

Localización y contexto: Arequipa, región Sur del Perú

La arquitectura que nos ocupa se localiza en la costa del departamento de Arequipa, al sur del Perú. Un país con tres regiones geográficas y climáticas claramente delimitadas según las clasifica el *Atlas del Perú* (Paz Soldán, 1865), que a la vez son muy distintas en sus características ambientales entre sí: costa, sierra y selva. La costa peruana es un inmenso desierto que se extiende a lo largo de los Andes, entre el litoral del Océano Pacífico y las montañas. Una franja de arenas que alcanza al sur un ancho de 15 km en Arequipa y al norte hasta 180 km en Piura.

Arequipa, durante la colonia, conformó un espacio regional que abarcaba todo el sur del virreinato peruano con el Alto Perú. Desde entonces, y hasta la República, la realidad histórica de la región sur tuvo como ingrediente fundamental el económico y el comercial, a través de un conjunto de intercambios con toda la región, que permitió plantear una idea de autonomía clara y bien definida con respecto a Lima, capital del país.[1] «La autonomía se reforzó en lo cultural a través de un mestizaje valioso que logró frutos nuevos en las expresiones de la arquitectura, la música especialmente, otorgándole una identidad fácilmente reconocible entre las ciudades de la región sur» (Quiroz 1990,419).[2]

Arequipa participa de forma activa, a partir de la República, marcando la pauta de la conducción política del Perú. «Arequipa es la ciudad representativa

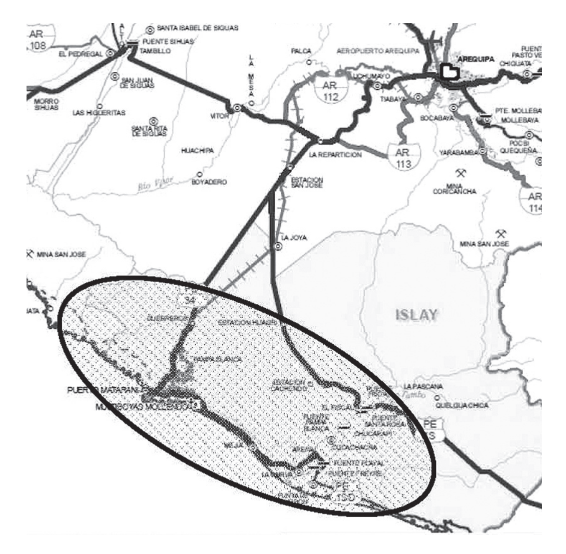


Figura 1
Plano de la costa de Arequipa y La Provincia de Islay. Zona donde se localiza la arquitectura aquí estudiada. (Internet 2015)

de la República, como el Cusco es del Incario y Lima de la Colonia» (Basadre, 1939)

A finales del XVIII e inicios del XIX se percibía cierto grado de prosperidad económica en Arequipa y se comenzaba también a desarticular el circuito comercial del sur del que era parte. Sin embargo, al poco tiempo de jurar la ciudad la Independencia, se encontró que el sistema de recaudación tenía muchos fallos que no se habían modificado con la nueva situación, por lo que se vio necesario combatir el contrabando por los puertos del sur del Perú, que habían sido lugar de salida de los minerales extraídos en las minas de la región durante la colonia, y eliminar las aduanas interiores. Eso modifica las funciones que hasta entonces cumplía el puerto de Chule y el de Mollendo, en época de la Colonia, y el de Islay y nuevamente Mollendo, en época Republicana.

La apertura de los puertos de Arequipa, como todos los del Perú, al comercio mundial incrementó las importaciones; de otro lado se definió mejor la fisonomía de un grupo exportador cuya función comercial fue la de enviar recursos naturales minerales y otras materias primas al mercado, generalmente europeo, enlazando así al Perú con una economía o mercado mundial de tipo capitalista. Arequipa concurrió a él especialmente con lanas y metales. (Quiroz 1990, 426)

En ese contexto de especial resurgimiento del Puerto de Islay es que aparecen las primeras muestras de arquitectura a la que nos referimos. Así lo refleja el libro *Peregrinaciones de una paria* de Flora Tristán, escrito en francés en 1839 y traducido al español por Emilia Romero en 1946:

> Toda la costa del Perú es en extremo árida. Islay y sus alrededores no presentan sino una perspectiva de desolación. Sin embargo el puerto prospera de forma sorprendente. Luego de 6 años de existencia, Islay tenía de 1.000 a 1.200 habitantes, por lo menos. La mayoría de las casas construidas de caña no están enladrilladas, *pero hay algunas, muy bonitas hechas de madera, que tienen elegantes ventanas y el suelo entablado*. La casa del cónsul Inglés estaba a punto de quedar terminada…y es encantadora. La Aduana es una construcción de madera muy grande.

Decadencia de Islay y resurgimiento de Mollendo

Para atender las demandas de un comercio exterior cada vez más exigente se necesitaba la construcción de la línea férrea que uniera la ciudad de Arequipa con la costa de esta región. Ese ferrocarril era una demanda no sólo del Perú, sino también de Bolivia.

En 1860 se autoriza la construcción del primer ferrocarril Arequipa-Puerto de Islay. Pero intereses de los hacendados del valle de Tambo modificaron el trazado para obtener finalmente el ferrocarril Mejía-Arequipa, que terminaría inaugurándose el 1ro de enero de 1871 con el trazado Mollendo-Arequipa, que pasaba por Mejía. El Presidente Balta declara el 6 de enero de 1871 a Mollendo como terminal provisional de dicho ferrocarril, clausurando al puerto de Islay para la importación de mercaderías, obligando a los buques a arribar al puerto de Mollendo. Así comenzaría la decadencia del puerto de Islay que terminaría desapareciendo debido a la peste bubónica que vivió en 1905. Mollendo había sido considerado puerto de la intendencia de Arequipa desde 1774, en la Colonia, por lo que desde entonces contaba con una población activa y creciente.

Esta obra marcará el futuro de ambas ciudades: Islay y Mollendo, así como el declive de una y la prosperidad de la otra, a la sombra de la cuál surgirá pos-

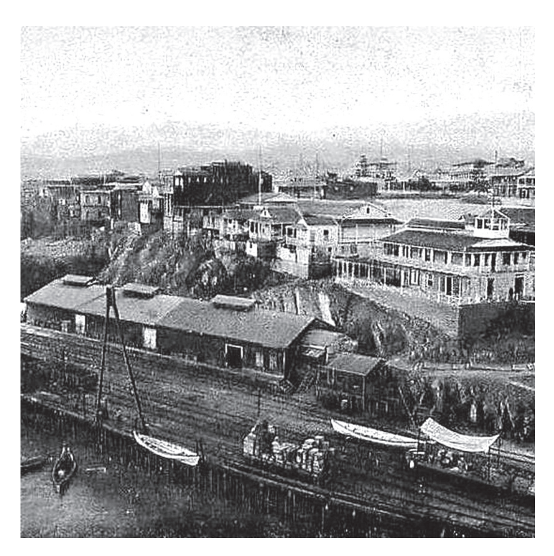


Figura 2
Fotografía del Puerto de Mollendo 1907-1908. Archivo de Mollendo (Zeballos, 2015)

teriormente el balneario de Mejía, situándose en ambas la arquitectura, objeto de este estudio.

La construcción del ferrocarril Arequipa-Mollendo fue realizada por el ingeniero norteamericano D. Enrique Meiggs, de brillante trayectoria comercial, empresarial y política.[3] Meiggs había emigrado a Chile en 1855, donde construyó la línea férrea entre Santiago y Valparaíso, inaugurada en 1863, entre otras.[4] Meiggs fue invitado al Perú por el Presidente Pedro Diez Canseco, para que abriera nuevas vías férreas en nuestro país. En 1868 firmó el contrato con el Estado peruano para la construcción del ferrocarril Arequipa-Mejía y la construcción del puerto correspondiente. La construcción de la obra fue desarrollada por un cuerpo de ingenieros de la compañía e ingenieros de control por el estado peruano. En la construcción participaron doce mil braseros de distintas nacionalidades, especialmente chilenos con experiencia, que llegaban a las tres cuartas partes. Todos ellos estaban autorizados para traer a sus mujeres y familias, estableciendo una población creciente en la zona.

Ésta se inició simultáneamente en tres zonas: Islay, Mollendo y Arequipa. Sin embargo luego de iniciar las obras se convencieron de la inconveniencia de construir el puerto en Mejía, y como uno de los tramos partía de Mollendo construyeron en dicha ciudad un puerto provisional que les permitiera desembarcar el material para la obra. Hecho que sería vital para definición final de Mollendo como puerto oficial del Sur peruano.

La línea férrea entre Arequipa y el mar modernizaba sustantivamente el comercio de la lana y otros productos vitales del sur del Perú, siendo también importante para Bolivia, enlazando esta región del país con el desarrollo mundial del capitalismo.

Así, en diciembre de 1870, el presidente José Balta dedicó 15 días completos a la inauguración de la obra. Partiendo del puerto del Callao en Lima en varias naves, con todo un séquito de personas del gobierno e invitados, arribaron a Mollendo, para luego dirigirse a Arequipa por la vía férrea que estaban inaugurando y dejar claro que el Perú entraba en la modernidad. Todos brindaron entonces por la prosperidad del país.

El puerto de Mollendo se fue llenando de familias extranjeras, especialmente alemanes, ingleses y franceses; quienes se establecieron en él para desarrollar el comercio o como cabezas de la Empresa del Ferrocarril y otras Empresas. Así pues no fue raro que en la lista de Alcaldes de Mollendo figuren muchos de ellos, como: el Sr. Emilio Fetzer y el Sr. Elard Daulsbleg (alemanes), el Sr. Enrique Meier (francés) o el Sr. William J. Donnelly y el Sr. Cécil J. Bowes (ingleses).[5]

Fundación del Balneario de Mejía

En 1872 se funda el balneario de Mejía, a 15 km al sur de Mollendo, y primer punto de llegada del ferrocarril Arequipa-Mollendo, gracias al tesón y empeño del Coronel y Benemérito de la Patria Trinidad Pacheco Andía, Sub-prefecto de la provincia de Islay por entonces. La razón estribó en la búsqueda de un mar menos traicionero y peligroso que el de Mollendo, encontrando en la Caleta de Mejía el lugar adecuado para establecer la construcción de un balneario para las familias importantes de Arequipa y Tambo. Él mismo invitó a varias familias arequipeñas a pasar el verano en Mejía y a que construyeran hermosas casas donde disfrutar del verano.

El balneario de Mejía quedó así situado con los siguientes linderos:



Figura 3
Cuadro del Balneario de Mejía en 1912, propiedad de la familia Taboada (Sardón 2013)

Por el norte con la quebrada de Chule
Por el este con las lomas de las Cuchilladas
Por el sur con la quebrada de Quialaque
Por el oeste con las orillas del mar

A instancias del Coronel Pacheco Andía, la Empresa de Ferrocarril construyó una bonita estación en el Balneario el 20 de Febrero de 1872, considerada como la fecha de Fundación oficial de Mejía. Siendo primer jefe de la Estación de Ferrocarril el coronel Salvador Zavala.

El balneario de Mejía se constituyó en Distrito por la Ley Regional Nº 8 promulgada el 27 de Enero de 1920 por el presidente de la República Augusto B. Leguía. En su único artículo dice: *Elévese a la categoría de Distrito, el balneario de Mejía, comprensión de Cocachacra, Provincia de Islay.*

La pequeña ciudad se fue llenando poco a poco con la construcción de bonitas y grandiosas viviendas de madera que edificaron familias de abolengo de Arequipa, así como de familias extranjeras que habían pasado a formar parte de la burguesía mollendina y que estaban interesadas en establecer relaciones sociales con estas familias arequipeñas. Así, Mejía se constituyó desde siempre como un lugar de descanso estival.

La arquitectura de madera

Expuesto el contexto geográfico, histórico y social en el que surgió esta arquitectura del sur de Perú, pasaremos a retratar sus características.

El aspecto formal

Formalmente su volumen ocupó hasta los linderos de sus parcelas, dejando para el interior, la presencia de patios y galerías. Sin embargo su relación con el espacio urbano no fue negada, como en el caso de la ciudad de Arequipa, más intimista que exterior,[6] sino que por el contrario las fachadas se abren al exterior por medio de un ritmo continuo de ventanas en todas sus plantas, protegidas del sol por la presencia de un «corredor» a modo de balcón corrido que establece una dualidad de espacio semi-público con respecto a la calle. Así sus habitantes podían estar en la calle, sin estarlo. Habitando u ocupando esos corredores con sillas o mecedoras y conversando desde allí con los vecinos que pasaban.

Estos corredores, con barandillas de palos de madera rematan finalmente en voladizos que suponen la extensión de sus cubiertas inclinadas, dándole una imagen muy característica a esta arquitectura, que no sólo es remarcada por esta penetración del espacio calle al interior de su fachada sino que además es remarcado por el lenguaje formal y pictórico con el que se le resalta: todas las barandillas de las casas aparecen pintadas de blanco a diferencia de los colores fuertes que se aplican en el muro de fachada localizado al interior de ese corredor.

El volumen, por otro lado, es rematado por cubiertas a dos aguas que van siguiendo el sentido de la calle, en la mayoría de los casos y que sólo rematan en un frontón perpendicular al sentido de la calle, cuando la casa presenta dos o tres plantas, por lo que su volumen se eleva grandemente marcando una nueva relación con la calle.

Tipología

Tomando en cuenta esta posibilidad de diferentes plantas, es que podemos establecer una primera tipología de clasificación de casas por el número de plantas que presenta, lo que define finalmente una relación diferente



Figura 4
Fotografía Casa Mejía 1Tipo 1Planta (Sardón 2013)



Figura 5
Fotografía Casa Mejía 2 Tipo 1Planta (Zeballos 2015)

con la calle y con la presencia de sus corredores en fachada o la ausencia de éstos. Así podemos establecer las siguientes posibilidades de Tipos y sus variantes:

Viviendas T1

Viviendas T1, de una planta sin corredor
Viviendas T1, de una planta con corredor
Viviendas T1, de una planta sin corredor, en esquina
Viviendas T1, de una planta con corredor, en esquina

Viviendas T2

Viviendas T2, de dos plantas sin corredor
Viviendas T2, de dos plantas con corredor
Viviendas T2, de dos plantas sin corredor, en esquina
Viviendas T2, de dos plantas con corredor, en esquina

Viviendas T3

Viviendas T3, de tres plantas sin corredor y frontón
Viviendas T3, de tres plantas con corredor y frontón
Viviendas T3, de tres plantas sin corredor en esquina
Viviendas T3, de tres plantas con corredor, en esquina



Figura 6
Fotografía Casa Mejía 3 Tipo 2 Plantas (Zeballos 2015)



Figura 7
Fotografía Casa Mejía 4 tipo 2 plantas (Zeballos 2015)



Figura 8
Fotografía Casa Mollendo 5 tipo 3 plantas (Zeballos 2015)

Elementos del Lenguaje

Así el conjunto urbano final de la mayoría de las calles establecían una lectura coordinada del conjunto urbano, creando una «doble acera», que en el caso de no tener barandilla en el límite de las viviendas habría permitido discurrir por dichos corredores, en lugar de transitar por la acera exterior o la calle.

Los corredores por lo tanto se convierten en elemento de lenguaje arquitectónico principal de éstas



Figura 9
Fotografía conjunto casas Mejía (Zeballos 2015)



Figura 10
Fotografía detalle corredores dobles en una vivienda de dos plantas (Zeballos 2015)



Figura 11
Fotografía detalle ventana Casa Mejía 1 (Sardón 2013)

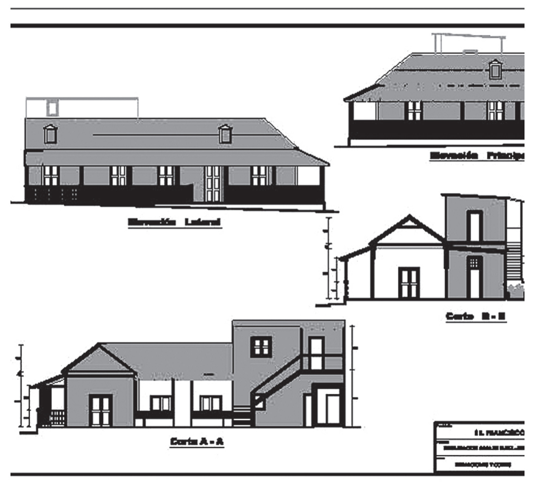


Figura 12
Levantamiento alzados y secciones casa tipo 1 Mejía (Sardón 2010)

casas, que se brinda al espacio urbano, al encontrarse en el exterior de las fachadas.

Las ventanas, también constituyen otro de los elementos del lenguaje arquitectónico de éstas viviendas, son de hoja doble, sumando a la ventana de cristal que abre hacia el interior, otra ventana de tablero de madera, unas veces con lamas o persianas tipo «venecianas» y otras no, en lo que se denomina «una contraventana» que abre hacia el exterior, y que confiere a la fachada un cambio de escala sustancial en el tamaño del vano, ya que duplica su dimensión por este motivo.

Los techos inclinados con tragaluces, los techos inclinados también son una característica del lenguaje de estas casas, en una tradición arquitectónica[7] no acostumbrada a su uso, ni a su presencia en la arquitectura, nada justificada con respecto al clima, ya que la costa del Perú sufre de sequía y son pocas las lluvias que se producen en el lugar. Sin embargo su presencia nos habla de las raíces foráneas de ésta arquitectura que repite en diferentes zonas del mundo ese carácter de balneario costero acostumbrado a convivir con las tormentas de verano.

La presencia de tragaluces en sus faldones tiene, eso sí, una razón más funcional que formal. Debido a la presencia de las «contraventanas» se necesita al interior de los espacios, otra fuente de entrada de luz, ligada a la cubierta, ya que la luminosidad interna es nula, una vez cerradas las «contraventanas». Por lo que dichos elementos se vuelven fundamentales para el uso adecuado de los espacios interiores, confiriéndole al volumen exterior un ritmo interesante y singular a la cubierta.

La organización espacial y la estructura

Como explicamos anteriormente, las viviendas se organizan en torno a un patio principal, llevando sus espacios habitables hacia los linderos de la parcela y de acuerdo a la forma de la misma.

La organización espacial de éstos ambientes no es compleja, sino simple, siguiendo una secuencia lógica de espacios según los requisitos habitacionales de la vivienda.

Así no se observan pasillos, ni corredores o espacios de distribución, sino más bien una secuencia de espacios habitables a través de los cuáles discurre la circulación que se necesita para unir un espacio con otro. Lo que implica atravesar muchas veces una habitación para llegar a la siguiente.

Sin embargo si podemos señalar ciertos espacios característicos en todas las viviendas y estos son los siguientes:

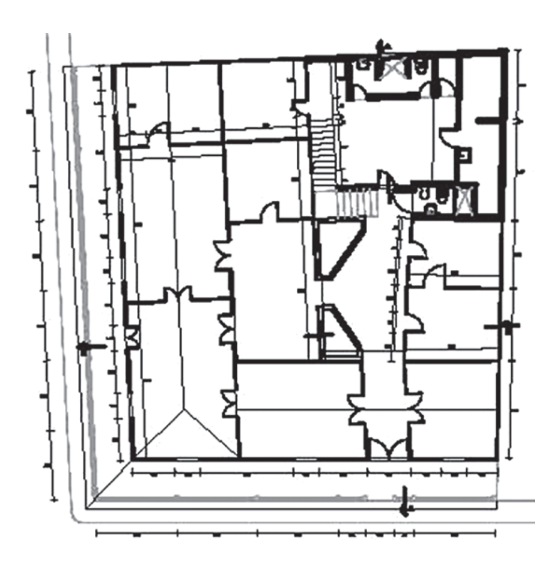


Figura 13
Levantamiento planta casa tipo 1 Mejía (Sardón 2010)



Figura 14
Fotografía detalle estructura Casa Mejía 1 (Sardón 2013)

- Zaguán de entrada
- Comedor interior abierto, con barandilla al patio
- Habitaciones ventiladas al exterior por medio del corredor y
- Miradores, en las viviendas altas

Los espacios interiores están claramente definidos por la estructura de la vivienda, así la observación de la misma es parte del lenguaje espacial de cada ambiente y lo que le confiere su singularidad.

Los pares y tirantes de la estructura están presentes y vistos en los espacios y no constituyen elementos ocultos por falsos techos.

Por otro lado en los muros verticales de estructura tipo «baloom» americana, aunque aplicada verticalmente y no horizontalmente como se hace en los EEUU, los bastidores de refuerzo y codales también se hallan vistos, dándole a la casa ese carácter estructural en su lenguaje final. Toda la estructura se halla finalmente vista, salvo los cimientos.

El material: la madera

Hemos dejado para el final de nuestro estudio el protagonismo del material en esta arquitectura, la madera. Sin su presencia, características, virtudes y limitaciones, esta arquitectura no existiría ni tendría razón de ser. No se pueden concebir estas viviendas en otro material pues está presente en la definición de cada una de sus características: la definición de su volumen, su organización espacial, los elementos de su lenguaje y finalmente en su aspecto formal.

Cada uno de sus elementos hace gala y nos muestra, en su dimensión y textura, que está hecho de madera. Como ya hemos mencionado anteriormente el tipo de madera utilizado fue el Pino de Oregón, traído desde los EEUU en barco. Puesto que esta zona del Perú y del norte de Chile, donde podemos encontrar parientes de esta arquitectura, es uno desiertos más secos del mundo, por lo que la presencia de elementos vegetales para la construcción no es común.

A la madera se debe también el lenguaje formal de estas casas, que buscando la mejor protección para este material escaso en la zona, se pinta y se recubre con colores brillantes y básicos: utilizando el esmalte brillante como acabado final, lo que le da ese todo alegre y festivo a estas ciudades.

La madera también presente al interior de sus espacios, con la textura que dan sus tablones colocados verticalmente y sus cubiertas vistas desde el interior, todos éstos elementos esmaltados con colores vivos y rematados por mobiliario también de madera, lo que



Figura 15
Fotografía detalle espacio interior Casa Mejía 1 (Sardón 2013)

le brinda una carácter y una identificación clara con la vivienda de veraneo por excelencia.

Conclusiones

Este sea, tal vez, el único documento que recoge o plantea un estudio dirigido hacia este tipo de arquitectura popular de la costa sur del Perú, y que por tener raíces foráneas, no ha sido debidamente estudiada, clasificada o valorada.

El presente trabajo trata de establecer una clasificación descriptiva y tipológica de esta arquitectura, que por considerarse una «arquitectura menor» no está debidamente catalogada o protegida. A día de hoy, corre el riesgo de desaparecer por diversos factores que pasan por estar edificada con un sistema constructivo poco conocido en el ejercicio de la edificación en la zona, hecha con materiales escasos en la región y que además puede caer presa de la especulación inmobiliaria presente en la región debido a la bonanza minera de los últimos años.

Así, consideramos necesario nuestro estudio pues supone poner la mira en el análisis de una arquitectura que nos habla de un contexto poco estudiado, a diferencia de las etapas Coloniales y Precolombinas, la etapa del inicio de la República, del nacimiento del Perú como país y de las diversas influencias que recibió en este período y la administración que se hizo de ellas.

Sin dejar de señalar la singularidad de una arquitectura ligera, de construcción rápida, de medios austeros y resultados eficaces como es la arquitectura de madera, en un contexto acostumbrado a la arquitectura eterna que te daba el sillar, la piedra volcánica de la que está hecha Arequipa, su metrópoli de referencia.

Notas

1. Tal y como afirman los historiadores Eusebio Quiroz Paz Soldán y Alejandro Málaga Medina en la tan esperada Historia General de Arequipa, publicada por la Fundación Manuel J. Bustamante de la Fuente, en 1990 en Arequipa. Cap. IV La República, p. 419
2. Arequipa siempre ha mantenido un carácter independiente con respecto a la capital Lima, llegándose a otorgársele el apelativa de «República independiente», todo ello apoyado en la intendencia económica que le confería su situación de ciudad gestora y de servicios y comercialización de la salida de los metales extraídos en las minas del sur del Perú. Posteriormente esta función la cumpliría con la ruta lanar. Sus puertos serían los puntos de conexión con el mercado europeo.
3. La presencia norteamericana manifiesta por empresarios como Enrique Meiggs, nos llevará posteriormente a entender el lenguaje formal y material de la arquitectura desarrollada en la zona. Así, no es de extrañar que el material utilizado por excelencia fuera la madera de pino de Oregón y que el lenguaje formal de las casas, allí levantadas, nos hable de una arquitectura norteamericana o inglesa e incluso alemana.
4. Otro punto de coincidencia entre la arquitectura del puerto de Valparaíso en Chile y la arquitectura que nos ocupa, cuyo lenguaje formal se repite a los largo de la costa sur del Perú, desde Chala, Quilca, Mollendo y Mejía, llegando a estar presente en Chile desde Arica, Iquique, hasta llegar a Valparaíso.
5. Otro factor que explica la elección del tipo de arquitectura que se construiría en el nuevo puerto y la escala de dichas construcciones, en esa época de bonanza.
6. Las construcciones arequipeñas de piedra volcánica, muros gruesos de 1m. de espesor y contrafuertes, suponen una arquitectura masiva de pequeños vanos cuya ventilación e iluminación estaba centrada en función del patio o patios interiores.
7. La arquitectura arequipeña es una arquitectura por el contrario de volúmenes que rematan en bóvedas, cúpu-

las o techos planos. Los techos inclinados estuvieron presentes a inicios de la Colonial pero luego fueron desapareciendo gradualmente, hasta desaparecer completamente en nuestros días.

Lista de referencias

Basadre, Jorge. 1939-2005. *Historia de la República del Perú 1822-1933*. Obra completa en 18 volúmenes. Lima: Empresa Editora El Comercio.

Carpio, J.; G. Galdos; A. Málaga; M. Neira y E. Quiroz. 1990. *Historia General de Arequipa*. Arequipa: Fundación M.J. Bustamante de la Fuente.

Pulgar Vidal, J. 1981. *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales del Perú*. Lima: Editorial Universo.

Tristán, Flora. 1839-2003. *Peregrinaciones de una paria*, edición original en francés. Traducida al castellano por Emilia Romero, 1946. Editado por José J. de Olañeta, Madrid.

Uriel Pérez Calderón, A. 2006. *Islay, en la línea cronológica de su historia*. Arequipa: Editorial UNSA.

«…haviendo reconocido su fábrica de adovería y telares... »: La casa Riva-Agüero (Lima, Perú - siglo XVIII)

Adriana Scaletti Cárdenas

Casas limeñas y terremotos

La ciudad de Los Reyes de Lima fue la capital del Virreinato del Perú desde su fundación española en 1535 hasta la independencia del país en 1821.[1] A partir de un asentamiento relativamente menor, pasó a convertirse en el siglo XVII en el más importante centro urbano de Sudamérica, corazón del poder político, la administración económica y la producción cultural de la región.[2] El siglo XVIII significó sin embargo el inicio de una gradual disminución de su relevancia, ante la creación de nuevos virreinatos y capitanías que dividieron el territorio bajo su control, y problemas económicos y políticos cuya escala superaba su influencia.

Aunque sus fundadores nunca lo supieron en estos términos, Lima se encuentra en la franja costera del continente que se apoya en la placa tectónica de Nazca, cuya subducción ante la plaza Sudamericana marca a la zona como altamente sísmica y parte del llamado «cinturón de fuego» del Pacífico. Así, la ciudad tiene una historia recurrente de terremotos más o menos destructivos, que han actuado consistentemente como agentes catalizadores de experimentación y cambio en modos y tecnologías constructivas. En este sentido fueron especialmente notables el sismo de 1687 y sobre todo la terrible combinación de terremoto y tsunami del 28 de octubre de 1746 en el que, además de sufrir Lima terribles daños, desapareció completamente el puerto del Callao, con inimaginables, catastróficas pérdidas.

El terremoto de 1687 había traído como consecuencia un nuevo énfasis en la utilización de la «quincha», un conjunto relativamente flexible y ligero conformado por barro emparedando pies derechos de madera o caña, con rellenos un poco más pesados —como ladrillo o adobe— en el tercio inferior y entramados de cañas más delgadas o madera partida amarradas con «huasca» —cuero húmedo que al secarse se contrae— en los dos superiores.[3] Pero a pesar de los bandos del virrey don Melchor de Portocarrero, conde de la Monclova, que instaba a que se demoliesen todos los pisos altos de la ciudad —construidos entonces en los mismos materiales rígidos del primer nivel— para disminuir los peligros ante posibles caídas, la mayor parte de lo dañado se reconstruyó tal cual y la quincha permaneció como la provincia de edificios de importancia secundaria.

La experiencia de 1746 —más dramática en una serie de aspectos, incluyendo la intensidad del movimiento que se calcula en 8,6 grados Richter, con una duración estimada de tres minutos— obligó a las autoridades a contemplar medidas más fuertes en el control de las construcciones: la caída de algunos de los altos de las viviendas[4] había provocado la muerte de familias completas de la aristocracia, la catedral y el palacio del virrey habían quedado en ruinas y el desastre se percibió como un castigo divino de proporciones nunca antes alcanzadas (Pérez-Mallaína 2001).[5]

Dos semanas después de la catástrofe, el virrey José Antonio Manso de Velasco recibió un informe

preparado por el catedrático de Matemáticas de la Universidad de San Marcos, miembro de la Academia de Ciencias de París y Cosmógrafo Mayor del Virreinato del Perú, Luis Godin, a quien se le había encargado dar indicaciones para una reconstrucción que previniese futuras desgracias.

En este informe, el experto sostenía:

> Es evidente que el País no permite edificio elevado ni construcción pesadas y las paredes sean de piedras, o de ladrillos, o de adobes, cuando todas ellas piden que en su naturaleza un cierto grueso se deben escusar sino se les da una considerable disminución de abajo a arriba de suerte que vaya este grueso de mayor a menor... El levantar torres en los templos es otra vez empezar a abrir sepulturas para los venideros de forma redonda; no es posible esperar se construyan con la solidez necesaria y sobre todo es preciso advertir que la cal de esta tierra no tiene la virtud competente de unirse con las materias de piedra o ladrillo... De ninguna de las maneras se permitirán Altos, ni aun de quincha, ni de bastidores, ni otra cosa más elevada, que el techo de la vivienda baxa el qual ha de ser de tixera... Asertado sería aislar todas las Casas, y construirlas todas de quincha en forma de un quadrado avierto, o cerrado dexando en el medio un Patio de bastante amplitud pero no tapado por la misma Casa aunque se callese, y alrededor otro Patio, que apartasse la Casa de la Pared de la Calle, y de la Cassa vecina, lo bastante para safarse de las ruinas de una y otra. Pero pidiendo esta disposición en demaciado terreno no parece practicable... Don Luis Godín.[6]

El virrey necesitó de un segundo informe de idéntico, drástico tenor para convencerse de la necesidad de promulgar un bando a propósito. Lo hizo en enero de 1747, indicando que ninguna casa, ni sus cercas ni dependencias, debía superar las cinco varas de altura —un poco menos de cuatro metros y medio, es decir, el promedio interior de un primer nivel en las casas tradicionales limeñas— al tiempo que ordenaba la demolición inmediata de todos los pisos altos que se encontraran aún en pie e indicaba los materiales que era lícito utilizar.

Sus indicaciones dieron origen a una serie de pleitos con las familias más notables de la ciudad —dirigidas por los marqueses de Torre Tagle, los condes de Torre Blanca y los marqueses de Maenza— quienes veían en la ordenanza una disminución de sus privilegios de representación y estatus visible. No solo eso: se trataba también de un daño económico, pues desaparecidos los altos, tener que ocupar los bajos significaría una pérdida de alquileres importante. Finalmente, «perder altura significaba no sólo perder una parte de la vivienda, sino también el decoro que una familia principal necesitaba» (Crespo Rodríguez 2006, 55).

Abrumado, el virrey hubo de dar vuelta atrás —aunque no sin quejarse privada y amargamente del egoísmo de los ricos limeños, que dieron al traste con su «convenientísima resolución... estimando en menos la seguridad de sus vidas y de sus compatriotas, que la vana ostentación de sus suntuosas fábricas o el despreciable interés que falsamente se prometen de sus arrendamientos... »; debiéndose disimular —término empleado por el propio virrey— la ordenanza para que todos los involucrados mantuvieran su dignidad y sus prebendas (Archivo General de Indias, Lima 415). Lima, por tanto, continuó con edificios de más de una planta —aunque más flexibles, con altos en quincha— y es ese el tejido urbano en que se emplaza la casa Riva-Agüero y el preponderante en la ciudad histórica que ha llegado hasta nosotros.

La casa grande de la calle Lártiga

El 20 de julio de 1694 se pusieron en remate algunos solares pertenecientes al mayorazgo del finado maestre de campo don Juan Francisco Arias Maldonado, en los que las fábricas labradas habían quedado «desciertas y arruynadas con los temblores de veinte de octubre del año passado de mil seiscientos ochenta y siete» (Archivo Histórico Riva-Agüero, en adelante AHRA C-22, 4r). Uno de estos solares

> …es el que tiene puesto el capitán don Francisco de Lartiga y Thorres que haze frontera con la yglesia del combento de señor San Agustín y el primero que esta en la calle que ba de dicha yglesia a la calle de la amargura a mano ysquierda con treinta varas de frontera y secent y quatro de fondo ynclussas en ellas las medianías en que se incluyeron mil nuebecientos y veinte varas planas que hazen dicho solar y medio y ciento y veinte varas mas, en precio cada vara plana de pesos y medio que hazen diez mil quinientos y secenta pesos que han de quedar a zensso perpetuo en dicho solar y en todo lo que se edificare y labrare en él, que a razon de treinta mil el millar redituan en cada un año trescientos y cinquenta y dos pesos de a ocho reales pagados de seis en seis meses la mitad como fueren cumplidos que son ciento y setenta y seis pesos con calidad de que se le han de dar dos años de hueco desde el día que se le concediere la confirmasión del real govierno del

remate que se le hiziere y que dentro de dicho termino labrará y reedificará el dicho solar unas cassas en las quales gastará hasta en cantidad de ocho mil pesos poco mas o menos con que se afianzará el seguro de los reditos de dicho zensso…(AHRA C-22, 5v-6r).

Las casas que don Francisco de Lártiga construyó en este solar —«una casa grande y seis pequeñas» (AHRA C-22) fueron tasadas y vendidas a otros propietarios en noviembre de 1737 tras su muerte, pero la calle en que se encontraban adquirió el nombre permanentemente para esa manzana y hasta en documentos del siglo XX es conocida como «calle de Lártiga»; aunque en los siglos XVII-XVIII se le consideró parte de la calle más larga de la Amargura. Se encuentra, como describe la documentación, muy cerca de la plaza mayor de Lima, frente a la portada lateral de la iglesia mayor del convento de la orden agustina.[7]

Siendo la «casa principal» de cuantas ocupaban el solar el objeto de nuestro estudio, es necesario tomar en consideración una serie de aspectos espaciales y sociales. Por un lado, se entendía por «casa» un concepto diferente al de «vivienda», siendo el primer término un concepto físico, que podía contener en su espacio varias viviendas, domicilio de varias familias diferentes. Para Lima se ha sugerido además que los términos «casita» o «casa pequeña» signifiquen un pequeño conjunto de habitaciones (o cuartos) que sirven a una unidad familiar, estén o no insertas en un edificio más grande, justamente la «casa grande» o principal.[8] El término «casa de morada» era más común, y ampliamente utilizado en el virreinato peruano —era fórmula corriente en los testamentos iniciar el listado de bienes con la frase: «la casa en que me hallo morando»— y era unánimemente empleado hasta por lo menos fines del siglo XVIII. En términos espaciales, la casa corresponde al modelo que en Lima se conoce como «casa-patio» y cuyo origen puede trazarse desde las casas mediterráneas, árabes y romanas.

En 1779, el maestro mayor de las reales obras Mariano Guzmán de Freitas compareció ante el escribano de cámara para testificar sobre la situación gravísima en que se encontraban las construcciones civiles grandes y pequeñas de la calle Lártiga, sosteniendo que:

…empezando por la casa principal que en la actualidad ocupa Don Juan Antonio Quevedo, desde la puerta de la calle hasta la última vivienda de interiores y los cuartos colaterales, ha reconocido que toda ella está húmeda y en tanto grado que las paredes del saguán y patio es visible el perjucio que reciven de dicha humedad por lo que necesitan para su consistencia considerables reparos e igualmente las paredes que lindan a la calle e internando por el callejón de la expresada cassa, corral de mulas y cosinas, está vertiendo agua su cituación por lo que necesitan de iguales reparos y a proporción puertas, ventanas y cubiertas que eseptuando los de las viviendas interiores que havita el dicho Don Juan Antonio, los demás aunque pueden durar algún tiempo, siempre necesitan prontos reparos para su permanencia…

(AHRA C-22, 60r).

Es en este momento que entendemos se configura el ancestro de la construcción que conocemos hoy con el nombre de casa Riva-Agüero: el edificio, muy dañado, se reforma y recupera, hasta definirse morfológica y estructuralmente de forma muy parecida a la actual. El promotor de la obra fue el general don Francisco Robles Maldonado, quien luego deja la casa como parte de un mayorazgo: fue comprada posteriormente, con sus censos, por el comerciante don Domingo Ramírez de Arellano, de la Orden de Calatrava.

El inventario de los daños producido en 1779 sirve para hacernos una idea de los elementos y ambientes que involucra la casa. En primer término tenemos el portón de ingreso, de madera maciza con un pivote de fierro interior, para el que se necesita «dos goznes hazerlos de una pieza cada uno y a su serrojo quatro armellas nuevas, bajarlas y bolverlas a poner en su lugar» (AHRA C-22, 61r). Aparece también en la documentación una puerta para la cochera en la fachada a la calle (AHRA C23, 68v), espacio que puede identificarse con el ambiente alargado que la correspondencia del siglo XX llama «garaje».

Se mencionan también los balcones de la fachada —que no es exactamente simétrica dada la variedad y modificación de sus vanos, pero muestra una tendencia en este sentido— en este documento, aunque los que hoy podemos observar corresponden seguramente al siglo XIX.

Está presente un zócalo de piedra a lo largo de toda la fachada hacia la calle, sobre el que se apoyan con bases del mismo material las ventanas de reja.

Finalmente, aunque ya en la documentación del siglo XVIII se habla de una portada (AHRA C-23, 69r), la que hoy observamos, neoclásica, de una única calle con pilastras terminadas en pináculos para el primer cuerpo y en capiteles jónicos para el segundo

—más estrecho y con un coronamiento curvo— es posterior, decimonónica.

Al igual que la portada, el arco del zaguán —que separa este tradicional espacio de transición del patio principal— es de ladrillo con un mortero de cal y arena. Se trata de un arco rebajado, cerrado por una reja. El zaguán en sí mismo es en este caso un espacio muy alto, de planta prácticamente cuadrada, empedrado y ubicado a eje con este como era tradicional en Lima. A ambos lados se abren «tiendas de reja» que se conectan por estrechos vanos con el ambiente y precisamente a través de altas ventanas enrejadas con la calle, achaflanando los muros con «derrames» que buscaban aprovechar la cantidad de luz que entraba a los ambientes, con vanos lo más reducidos posible. Estas tiendas se alquilaban como estudios o comercios —hoy albergan oficinas administrativas y la librería del Instituto Riva-Agüero de la Pontificia Universidad Católica del Perú, actual propietario.

El documento continúa listando acciones necesarias:

> Las tres piezas del mano izquierda se han de cabar en el lado de la mediania para quitarles la humedad de la asequia que pasa de banda de fuera en tres varas de ancho y se ha de calzar la pared diez y siete varas de ancho o largo y vara de alto de piedra de serro y cal y su caba se ha de rellenar de piedra de río, y de caba una vara de hondo y en cada pieza en medio de la caba una vara más de ondo para que tengan las humedades donde estilar. La primera pieza que cae a la calle se le han de hazer sus puertas y la de la primera pieza que cae al patio con su bentana apaisada, y se han de hazer los tres cubiertos de estas tres piezas seguidas cada una con onze quartones de ollar y tablas juntas. Se ha de hazer la puerta de la alcoba a la recamara, la de la sala y de la alcoba al jardín y la puerta que pasa a la última recámara del primer quarto del callejón se ha de cubrir con catorce cuartones de ollar y tablas juntas y se ha de cavar en ocho varas y media de largo y seis y media de ancho y se ha de rellenar de piedra de río y se ha de solar ensima y se le ha de poner puerta y dos ventanas de luz , la puerta es lo que pasa a los quartos del patio (AHRA C22, 62v).

Tras el zaguán aparece directamente el patio, tal vez el espacio definitorio del tipo de casa que es objeto de nuestro estudio. Además de constituir el punto principal de ventilación y luz para las habitaciones situadas a su alrededor, centralizaba una serie de funciones y era un espacio importante de relación y representación social de la casa respecto al mundo exterior. Sus dimensiones variaban, pero en la casa Riva-Agüero es de tamaño importante, con 16,5 metros de largo por 13 metros de ancho. Como era corriente en Lima, no existe una fuente al centro del empedrado en cantos rodados, pero igualmente se entiende claramente diseñado para el disfrute y reposo de la familia. En el segundo nivel lo rodean galerías para la circulación radial, que en esta casa se soportan fundamentalmente en canes y sólo en el lado opuesto al ingreso, directamente frente al zaguán, encuentran dos columnas donde apoyarse.

En este patio se encuentra además la escalera, construida en obra e inserta en la crujía lateral derecha, hacia el lado de la calle (bajo ella se aprovecha el espacio con un aposento bajo que alberga libros de la colección del Instituto Riva-Agüero). Esta escalera tiene tres tramos, para cubrir la altura total del nivel, desarrollándose en forma de «L» en los primeros dos tramos y con un cupulín al finalizar el segundo para dotarla de iluminación y ventilación a través de su linterna.

Al patio asoman las habitaciones más relevantes de la casa, como es tradicional para el período que nos interesa y el primero de ellos es la sala. Este es el ambiente de recepción por excelencia, donde la familia acogía a sus invitados y les agasajaba con música, conversación, bebidas espirituosas o chocolate. Era además el espacio más decorado con mobiliario y objetos suntuosos, incluyendo sillas de baqueta, cortinajes, alfombras, espejos y candelabros. Aunque en siglos anteriores podía encontrársela en el segundo nivel, para el siglo XVIII lo corriente era su emplazamiento en el primero, al fondo del patio, como señalan San Cristóbal (1992) y Crespo Rodríguez (2006), apoyándose en la documentación.

En la casa Riva-Agüero a este ambiente siguen dos en la crujía inmediatamente adyacente, y uno pequeño hacia el lado izquierdo del principal. Este ambiente pequeño habría correspondido inicialmente a un oratorio familiar, con retablo y los aderezos del caso, que hoy ha sido trasladado a uno de los cuartos menores alrededor del patio, junto a la escalera.

Las otras dos habitaciones se identifican con las que la documentación llama «cuadra» y «ante-cuadra», siendo la más importante la primera. La cuadra era un ambiente —cuya forma es, efectivamente, tendencialmente cuadrada— que en origen servía como habitación privada para las mujeres de la familia, y que se transforma lentamente, llegando al siglo XIX, en salón

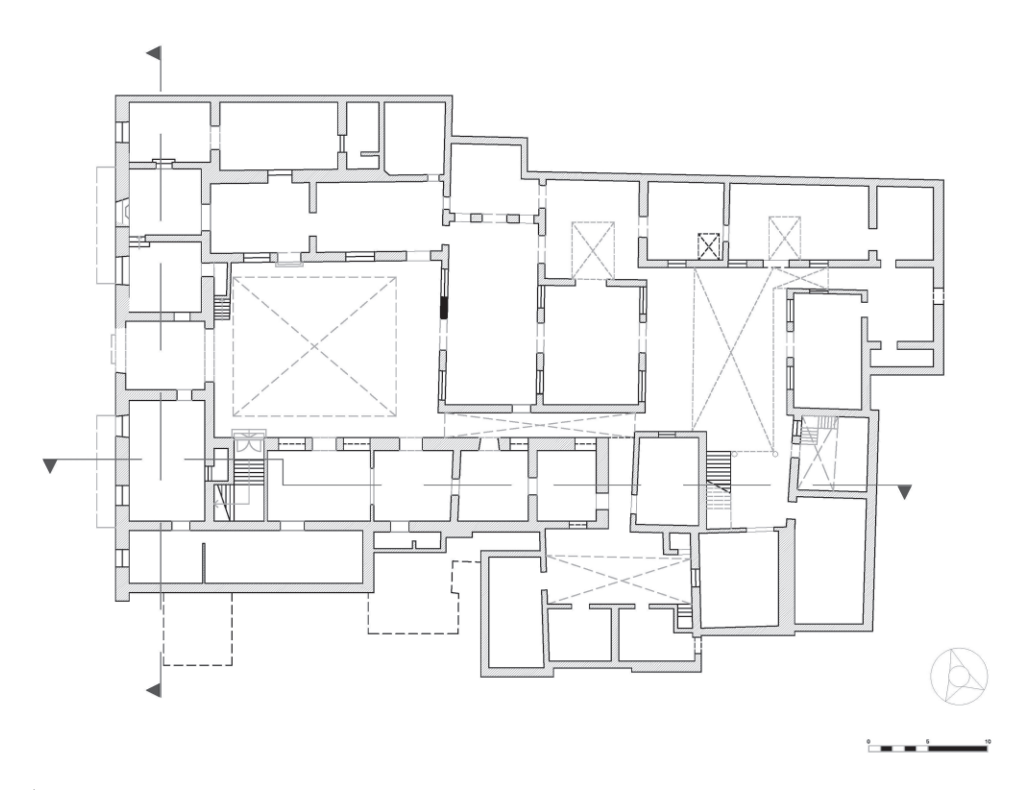


Figura 1
Plano actual de la planta baja de la casa Riva-Agüero. (Dibujo de Paul Ramírez, 2015)

comedor. Se conecta con la sala en este caso a través de una puerta y ventanas de reja en madera torneada a eje con las de ella, que le hacen compartir iluminación y ventilación; y se abre a otro patio con los mismos vanos hacia el otro lado. Es un espacio, por tanto, indispensable para configurar la planta de la casa y que se entiende desde su origen como uno de los ambientes compartidos y de representación. El ambiente anexo, cerrado excepto por las puertas de conexión, requería una linterna en la cubierta para iluminarlo.

Existen además una serie de pequeños cuartos de dimensiones menores que completan las crujías que rodean lateralmente el patio principal. En la documentación aparecen como «quartos» o «recámaras», sin especificarse su uso o función, que en muchos casos se alquilaban independientemente o se cedían a parientes que los necesitaren.

Era en el segundo nivel que se encontraban las habitaciones privadas de la familia, repitiendo cuidadosamente los muros de la primera planta: además, encontramos dos grandes salones sobre la crujía de la calle y el zaguán, a los cuales conectan los balcones y que sirven como espacios compartidos. Aquí la familia, aprovechando la comodidad proporcionada por los balcones, podía presenciar no sólo el andar cotidiano de la ciudad, sino también sus grandes manifestaciones sociales, como procesiones religiosas o festividades públicas.

El patio principal se conecta con el otro secundario o traspatio a través de un corredor o callejón también llamado en Lima «chiflonera», por el «chiflón» o corriente de aire que sopla en espacios estrechos. Este tiene una puerta propia, que permite separar usos y ordenar la distribución de visitantes, pues el segundo patio tenía funciones de servicio y agrupaba típicamente a los sirvientes y trabajadores de la casa junto a los espacios de cocina y depósito de bienes y animales.

> La pieza que sigue para el callejón del corral se ha de hazer su cubierto de nueve quartones de ollar y tablas juntas. En

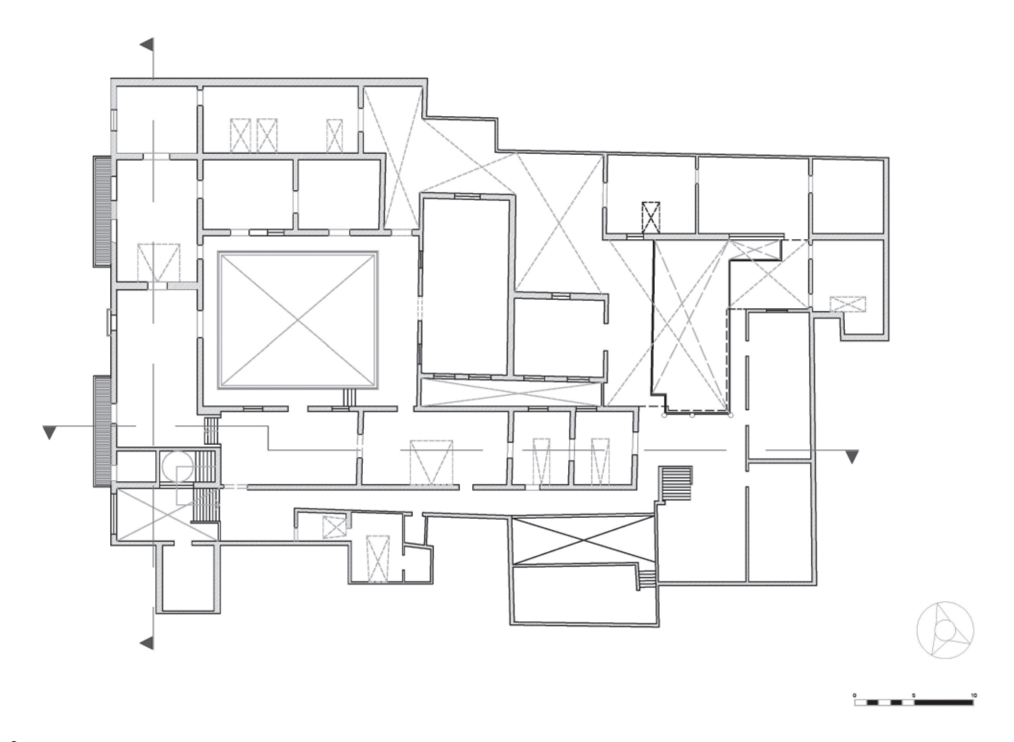


Figura 2
Plano actual de la planta alta de la casa Riva-Agüero. (Dibujo de Paul Ramírez, 2015)

> el corral tres varas de calza de piedra de serro y cal y las dos paredes del callejón y en ellas catorce varas de calzas de la misma naturaleza. Se ha de cubrir la pieza de sobre el callejón de la cavallería con diez quartoncillos y tablas juntas. La primera cabezera del corredor se ha de cabar y rellenar y solar en ocho varas y tercia de largo y ancho quatro varas y media, en el alto se ha de hazer la puerta del gallinero la de la tinagera y el buelo de atrás. En la puerta de la cosina se han de hazer dos varas de calza de piedra y cal, su puerta y la de la pieza anterior en el patio, se ha de hazer la del almacen y su bentana vaja y la apaizada.

Una escalera de madera en este segundo patio permite, antes como ahora, acceder al nivel superior, aunque la circulación debe realizarse interiormente, a través de una sucesión de ambientes (el callejón contempla una doble altura que aquí permite abrir ventanas).

Originalmente el solar continuaba penetrando en la manzana y estaba presente un huerto irrigado por dos acequias, pero con el paso del tiempo el terreno se ha fraccionado, vendido y perdido de muchas maneras, de modo que ha disminuido hasta abarcar estrictamente la construcción que nos ocupa.

La fábrica de la casa

Existe ciertamente una continuidad de técnicas, materialidad y tradición constructiva —ya señalada por San Cristóbal (1992: 223)— que caracterizará a los edificios de Lima virreinal prolongándose en el tiempo mucho más allá del advenimiento oficial de la República en el siglo XIX. Todo ello no es específico para las casas de morada, ni mucho menos: se trata de la misma tecnología que se utiliza en iglesias y grandes conventos, incluso en cuanto a las adaptaciones para los terremotos que llevan a algunos autores —pensando seguramente en la quincha— a hablar de las casas limeñas como «de estructura elástica» (Ugarte Eléspuru 1966, 70).

La piedra se utilizó fundamentalmente en la cimentación, y en el empedrado de patios y corredores.

El suelo de Lima es bueno, con el «grueso de una a dos varas» de «guijarros, arena y cascajo» y «muy enjuto y seco» (Cobo 1956, 118) y la cimentación alcanzaba poco más de un metro de profundidad, en piedra de río con cal y arena. Sobre esta capa se colocaba un sobre cimiento de dos o tres palmos y luego «hasta una vara de piedra de la sierra» (Crespo Rodríguez 2006, 78).

Los muros de la planta baja eran de albañilería de tierra cruda en adobes, con anchos variables, aunque algunas partes en específico se levantaban con ladrillos cocidos. En el caso que nos ocupa, encontramos muros adobe de entre 95 cm y 60 cm de ancho —el de la fachada hacia la calle es de 75 cm— con los elementos unidos por un mortero del mismo barro. Las aristas de los vanos de este y otros muros se reforzaron confinándolas con pilares de ladrillo cocido: ya en la Lima del siglo XVI se descubre esta práctica, combinándola a veces con la inserción de hileras de ladrillo o «rafas de ladrillo» entre las de adobes (Harth-Terré 1950, 26). Por encima de los dinteles del primer nivel son visibles algunos arcos de ladrillo embutidos dentro del muro de adobe: su propósito es de descarga, no propiamente un razonamiento antisísmico. De ladrillo también es la portada de ingreso al edificio, encalada y apoyadas sus pilastras en basas de piedra, tanto buscando protegerla de la humedad como por motivos de diseño tradicional.[9] Un procedimiento similar se ve para el arco rebajado del zaguán, de ladrillo sobre pilares de piedra, y la sencilla portada de la escalera, a escuadra con este. La altura interior de esta primera planta en adobe a la altura del zaguán es de cinco metros.

La segunda planta, los altos de la casa, está definida por «telares» y su altura es menor, en promedio cuatro metros. La palabra telar es en realidad una alusión a la estructura «tejida» de los paneles de la quincha, indispensables en esta planta para las casas limeñas construidas en el recuerdo de los terremotos de 1687 y 1746 y la manera habitual de referirse a paneles elaborados con esta técnica. El conjunto se enlucía con cal y se decoraba con molduras formadas por caña y revestidas con yeso. En un reconocimiento practicado el 10 de julio de 1779, los alarifes Marcos Lucio —al tiempo también maestro mayor de fábricas de la ciudad— y Alonso de Rivera sostuvieron que hallaron en buen estado los telares de la casa «assi los dobles como los sensillos, los cubiertos buenos…» (AHRA C-23, 69r). San Cristóbal (1992) utiliza además la palabra «atajos» refiriéndose a las divisiones de los ambientes en el segundo nivel utilizando este material y siguiendo la configuración ya determinada por los muros del primero.

Las cubiertas de toda la casa son planas, generando una horizontalidad en el conjunto que fue parte de la volumetría urbana de Lima desde sus orígenes como ciudad española. Esto se debe fundamentalmente a la ausencia de lluvias en la zona, lo que explica asimismo la ausencia de aleros o gárgolas. Los techos se hicieron con madera escuadrada, sobretodo cedro traído por barco desde Centroamérica y «roble» de Guayaquil (en realidad simplemente una madera dura, que es imposible identificar con exactitud— AHRA C-23, 310r), con un sistema de vigas, viguetas, pares y canes que fue común en todo el virreinato peruano. Los cuartones eran típicamente de sección rectangular, con mayor peralte que grueso. En la casa Riva-Agüero vemos estructuras relativamente sencillas, de cinta y saetín.

Es de madera también toda la carpintería de puertas y ventanas (con la excepción de las rejas, de fierro fundido). Se trata de piezas macizas con tableros lisos, que en algunos casos muestran todavía los clavos de sección cuadrada de los siglos anteriores al XIX. Un elemento interesante es el que en la documentación aparece con el nombre de «ventana de extradós», y que en Lima se conoce aún hoy como «ventana teatina», aunque el término no aparece en el diccionario de la RAE. Se trata de

> …una ventana adosada a un cubo corto de madera sobre el techo, detrás de la que se recorta una abertura rectangular alargada en la techumbre. La parte anterior de la ventana, a modo de cubo, permite el movimiento de abrir y cerrar los postigos desde abajo con una cuerda. Se recubre el cuerpo con un plano inclinado de tablas tendido desde el cuerpo alto de la ventana hasta el extremo opuesto en la abertura del techo, cerrándose también los planos laterales (San Cristóbal 1995, 7).

Pero el lucimiento principal de la carpintería en madera en la casa está expresada en los grandes balcones cerrados «de cajón» que se encuentran a ambos lados del cuerpo superior de la portada. Se trata de elementos bastante tardíos, decimonónicos en la versión presente, que no son estrictamente «cuartos» según la terminología, pero se trata sí de ambientes donde la función es múltiple y los servicios prestados importantes: por ejemplo, permiten contemplar la ca-

lle sin ser directamente observados; hacen posible presentar al exterior una fachada volumétrica, proyectada hacia adelante, que según las características de las dimensiones, ornamentación y labrado de la carpintería del balcón puede constituirlo en un elemento de valor simbólico importantísimo; se provee a la sala y a otros ambientes del *piano nobile* de iluminación y ventilación controladas sin importar demasiado las condiciones del clima exterior; se aumentan las dimensiones del espacio interior y de socialización; se extiende la participación de la casa como edificio a la vida urbana y el espacio público de la ciudad con el ornato de los balcones y su uso por los habitantes de la casa en sus mejores galas en fechas señaladas, como procesiones y similares. Los de la casa Riva-Agüero ya muestran cerramientos de vidrio en lugar de las tradicionales celosías, pero son un ejemplo absolutamente representativo del tipo en su tiempo.

Finalmente, encontramos madera en las columnas y galerías alrededor de los patios, y en la escalera del traspatio. Análisis recientes nos han permitido descubrir que las columnas de los dos niveles de la casa, asentadas sobre basas de piedra en el primero, son de madera maciza: lo común para este momento habría sido una estructura de caña y yeso revistiendo un alma de madera sólida, pero no es el caso.[10] En el segundo nivel, galerías, entabladas y protegidas por balaustres torneados, han sido revestidas con pavimentos de lastras de mármol —alrededor del primer patio— o pequeños adoquines de piedra —alrededor del segundo— que se están revelando hoy como una carga excesiva para la estructura, a juzgar por la evidente inclinación que presentan. Esto debe ser un aporte de las intervenciones del siglo XX en la casa, pues resulta poco común tras mediados del siglo XVII (Crespo Rodríguez 2006, 189).

Arreglos, modificaciones y transformaciones posteriores

Para los años de la vida de José de la Riva-Agüero y Osma —último propietario de la casa antes de ser entregada a la Pontificia Universidad Católica del Perú— mucha información sobre el estado de la casa es transmitida por la correspondencia con su administrador, César Morelli. En carta del 15 de marzo de 1920, describe los problemas que le han causado las reparaciones a los altos y los inquilinos de «las casitas de Lártiga» (Riva-Agüero 2005, 658). Estos ambientes recibieron poco después —conforme se menciona en carta del 27 de abril— un nuevo empapelado, además de reparaciones estructurales algo más importantes en los techos —incluyendo una ventana teatina «completamente desarmada y próxima a caerse» (Riva-Agüero 2005, 713)— y pintura en las puertas (Riva-Agüero 2005, 663).

Hacia la calle, sabemos por esta misma correspondencia que se alquilaban a terceros las tiendas de ventana de reja; y que con motivo del centenario de la Independencia del Perú, la Municipalidad de Lima ordenó «pintar todas las fincas, señalando colores a cada distrito». Como «no puede dejar de cumplirse esta ordenanza», Riva-Agüero se vio obligado a solicitar que también los arrendatarios contribuyan, pues se trató de un gasto importante de alrededor de 100 000 libras peruanas (Riva-Agüero 2005, 688). El 15 de octubre de 1926 el señor Morelli informa además de que los propietarios deben pagar el valor de las nuevas instalaciones eléctricas, y la pavimentación con asfalto de la calle Lártiga, en una cuota de alrededor de 500 libras (Riva-Agüero 2005, 740-741).

La presencia de canales y acequias bajo el terreno de la casa se menciona varias veces en la documentación, sin indicar nunca precisamente el recorrido de estas. Por excavaciones realizadas en la vecina casa O'Higgins, encontramos que efectivamente por lo menos un canal atravesaba la manzana desde el siglo XVII, siendo de pequeñas dimensiones, muros, base y cubierta de ladrillos y enlucido interno de cal. Sabemos también que la humedad era un dolor de cabeza recurrente para los propietarios e inquilinos del solar prácticamente desde su primera ocupación. Ya en 1779 un testimonio del maestro de obras reales sostenía que «…para evitar el daño que causa a la salud la dicha humedad sería muy conveniente y sumamente presiso hazer unas grandes excabaciones y rellenarlas de piedra haciendole caxa a las dos acequias que circulan la dicha casa, con los muros correspondientes para su resguardo cuio costo seria muy cresido…» (AHRA C-23, 60r). Y para 1786 las fincas se hallaban «en un estado lamentable porque con la humedad que han contraido de las asequias que las circulan y por cauza de sus débiles materiales amenazan ruina sin necesidad que sobrevenga un terremoto para que la fábrica se destruya» (AHRA C-23, 49r).

La «Foundation Company» renovó en 1927 las cañerías de agua potable, exigiendo instalaciones separadas para cada puerta de calle y colocando medidores (Riva-Agüero 2005, 758-759). Las tuberías de desagüe continuaron siendo un problema, y en algún momento de 1920 hubo de cambiar sistemas enteros en casas vecinas (Riva-Agüero 2005, 688), aunque se aprovechó para instalar una fuente —casi un espejo de agua, una poza azulejada— en el centro del traspatio. Sabemos además de la existencia de un pozo séptico bajo el actual depósito de libros de la biblioteca de Instituto Riva-Agüero, de unos 12 metros de profundidad y cubierto con una pequeña bóveda de ladrillos, que no ha sido excavado y permanece cubierto (Mogrovejo Rosales 1996, 30). Todo ello contribuye a la humedad que señala su presencia de manera importante en los bajos de la casa aún hoy, al punto que en espacios como el corredor entre el primer y el segundo patio las deformaciones en los muros son importantes y evidentes.

El terremoto que sufrió Lima el 24 de mayo de 1940 —el más fuerte que sintió la ciudad en ese siglo— causó grandes daños al edificio, que hubo de ser abandonado por sus habitantes durante las obras de restauración. Cuatro años después, a la muerte de José de la Riva-Agüero, las obras aún proseguían, aunque muy avanzadas, a cargo del arquitecto Héctor Velarde. Según afirma este último, «se rehicieron pisos, muros, techos, puertas, ventanas, servicios de agua y desagüe, electricidad y mil detalles» (Velarde 1962, 227).

Desde este momento y con lamentable frecuencia, podemos encontrar parches de recubrimiento de cemento en las paredes de la casa, cubriendo grietas, sellando aberturas e incluso arreglos para cableado vario. Esto implica serios problemas de compatibilidad en términos mecánicos y físicos, sobre todo al considerar la amenaza siempre presente de movimientos sísmicos. No ayuda tampoco la presencia invasiva de este material ante la humedad que hemos mencionado como un problema recurrente.

No está claro si por una de las reparaciones de Velarde o por un defecto en la construcción original, la estructura que soporta los balcones de la fachada no penetra en el edificio con suficiente profundidad: en lugar de ser la continuación de las vigas del entrepiso, los elementos funcionan casi como largos canes, disimulados bajo la cubierta inferior de la caja del balcón cerrado. Esto ha llevado a una peligrosa inclinación de los elementos —sobre todo uno de ellos se encuentra en una situación de gran riesgo— que los voltea hacia afuera y hace desaconsejable su uso por más de un pequeño grupo de personas a la vez.

A modo de conclusión

Dentro de todo, la casa Riva-Agüero comienza su cuarto siglo de existencia en un estado aceptable. Su uso continuo y mantenimiento —con las salvedades del caso— han preservado los espacios principales de la casa, su modo de circulación y la mayoría de los materiales y técnicas de construcción que la definen como una de las casas más representativas del siglo XVIII para la ciudad. Lima es un conjunto cada vez más denso y complejo, donde hoy viven alrededor de 10 millones de personas y que lógicamente se ha expandido mucho más allá del espacio original de su centro histórico. Pero todavía, en el imaginario colectivo y en el estudio académico de sus peculiaridades, casas como esta constituyen el símbolo de lo que fue la capital virreinal de Sudamérica.

Es cierto que la protección a este y edificios similares necesita intensificarse: no solamente en el «qué», sino sobre todo en el «cómo», utilizando materiales y técnicas compatibles con su estructura y construcción tradicional. Para ello es necesario conocer estas casas, valorar sus individualidades, pero también entenderlas como parte de un proceso más grande, más extenso, que determinó la configuración de las ciudades, sus características y personalidad en un momento determinante de la historia del país —un momento que se expandió y continuó más allá de límites cronológicos y espaciales.

Notas

1. Desde la independencia nacional y hasta el presente, Lima sirve como capital de la República del Perú.

2. Según sugiere Osorio (2008), el florecimiento de la ciudad se apoyó en la voluntad del gobierno español de romper el vínculo histórico con el Imperio inca —cuya capital había sido Cusco, en los Andes- construyendo y apoyando una nueva capital situada en la costa oceánica.
3. Pérez Mallaína (2001) indica que el Cabildo Municipal de Lima consideró la quincha como una invención consecuencia del terremoto de 1687.

4. Cuando sobrevino el terremoto, Lima contaba con unas 3000 casas, de las cuales por lo menos 300 con altos (Crespo Rodríguez 2006, 147), la mayoría ubicadas alrededor de la plaza mayor.
5. Testimonios como el del Marqués de Ovando (Don Francisco José de Ovando y Solís) relatan una serie de detalles que buscan proveer de sentido a la tragedia. Dice el Marqués que el fenómeno empezó cuando habíase sentado a cenar: salió luego de casa —muy cerca al Cercado de Lima, zona indígena en los llamados Barrios Altos- y en la documentación relata cuanto vio en camino hacia la plaza mayor y el palacio del virrey. Sostiene que «no hay hipérbola que pueda expresar tanta tragedia en tan corto tiempo». El citado y otros testimonios de importancia, entre ellos los que denotan las disposiciones posteriores de la Iglesia y del virrey, se conservan en el Archivo General de Indias (en adelante AGI), legajo Lima, 511.
6. El texto de este primer informe se reproduce completo en Bernales Ballesteros (1972, 305-308).
7. Hoy la cuadra o manzana al que asoma la fachada principal del solar es parte de la calle Camaná.
8. Crespo Rodríguez (2006, 133) señala que las Ordenanzas de Sevilla de 1527 organizaban los tipos de casas según la posición social de los propietarios. A partir de tales Ordenanzas existía la siguiente clasificación: «1. casa común, que tenía portal, sala y los departamentos que el señor (el propietario) demandare; 2. casa principal, con salas y cuadras, y cámaras y recámaras, y portales, y patios, y recibimiento; 3. casa real, con análogas dependencias y todos los miembros que pertenezcan para casa de rey, príncipe o gran señor».
9. Harth-Terré (1962, 67) indica que aunque en los inicios del asentamiento español existieron portadas en piedra para la arquitectura doméstica, estas fueron gradualmente disminuyendo en número hasta prácticamente desaparecer en el siglo XVIII. Las basas de piedra en portadas de ladrillo serían un remanente o recuerdo de esta historia.
10. Se realizaron análisis utilizando un equipo para la evaluación del estado de elementos de madera y una cámara termográfica, gracias a la colaboración del Laboratorio para el Registro, Diagnóstico y Conservación del Patrimonio NDE/SHM de la PUCP, dirigido por el Dr. Ing. Rafael Aguilar Vélez.

Lista de referencias

Archivo General de Indias (AGI). Lima, 415. *El virrey del Perú al rey*. Lima, 17 de abril de 1747.

Archivo General de Indias (AGI). Lima, 511. Varios documentos relativos a la reconstrucción de la ciudad de Lima, entre ellos *Memorial del doctor don Manuel de Silva y La Banda dirigido al Real Acuerdo*- Lima, 29 de mayo de 1747; y *Testimonio de los autos obrados sobre el arreglamiento de la nueva reedificación de las casas de Lima*- Lima, 15 de junio de 1748.

Archivo Histórico Riva-Agüero (AHRA). Autos relativos a la venta, remate y posesión de la casa ubicada en la calle que se llamó de Lártiga. Tiene una inscripción en el lomo que reza: "Contiene los remates de los solares que labró don Francisco de Lártiga que posee don Domingo Ramírez de Arellano del Orden de Calatrava". 1647-ago-7/1798-jun-21. Fondo Riva-Agüero. Sección Reservados. C-22.

Archivo Histórico Riva-Agüero (AHRA). Títulos de las casas llamadas de Lártiga que pertenecen a don Domingo Ramírez de Arellano del Orden de Calatrava, capitán de alabarderos. 1701-abr-28/1804-nov-23. Fondo Riva-Agüero. Sección Reservados. C-23.

Bernales Ballesteros, Jorge. 1972. *Lima, la ciudad y sus monumentos.* Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, CSIC.

Cobo, Bernabé. 1956. *Obras del Padre Bernabé Cobo de la Compañía de Jesús. Historia del Nuevo Mundo — Fundación de Lima I y II.* Madrid: Biblioteca de Autores Españoles.

Crespo Rodríguez, María Dolores. 2006. *Arquitectura doméstica de la Ciudad de los Reyes (1535-1750).* Sevilla: CSIC, Universidad de Sevilla, Diputación de Sevilla.

Gutiérrez, Ramón. 1997. *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica*. Madrid: Cátedra.

Harth-Terré, Emilio. 1950. «¿Cómo eran las casas en Lima en el siglo XVI?» En *Mar del Sur, 10* (separata). Lima: Gráfica Villanueva.

Harth-Terré, Emilio y Alberto Márquez Abanto. 1962. «Historia de la casa urbana virreinal en Lima.» En *Revista del Archivo Nacional del Perú, Vol. 26, no. 1.*

Mogrovejo Rosales, Juan Domingo. 1996. «Arqueología urbana de evidencias coloniales en la ciudad de Lima». En *Cuadernos de Investigación, 2/1996,* 5-40. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; Instituto Riva-Agüero.

Osorio, Alejandra B. 2008. *Inventing Lima. Baroque Modernity in Peru's South Sea Metropolis.* New York: Palgrave Macmillan.

Pérez Cantó, Pilar. 1982. «La población de Lima en el siglo XVIII». *Boletín Americanista,* 32: 383-407.

Pérez-Mallaína Bueno, Pablo Emilio. 2001. *Retrato de una ciudad en crisis. La sociedad limeña ante el movimiento sísmico de 1746*. Sevilla: CSIS, Escuela de Estudios Hispano Americanos; Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto Riva Agüero.

Riva-Agüero, José de la. 2005. *Obras completas, volumen XIX. Epistolario, Macavilca-Mústiga.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto Riva Agüero.

San Cristóbal, Antonio. 1992. *Lima: Estudios de la arquitectura virreynal.* Lima: Epígrafe.

San Cristóbal, Antonio. 1995. «Ventanas en los techos». *El Comercio*, 27 de septiembre, sección F, Patrimonio: 7.

Ugarte Eléspuru, Juan Manuel. 1966. *Lima y lo limeño.* Lima: Universitaria.

Velarde, Héctor. 1962. «Yo fui su Alarife Mayor». En *Mercurio Peruano, 422*. Lima.

Las bóvedas tardogóticas de la girola de la catedral de Segovia

Rosa Senent-Domínguez

Aunque proyectada a mediados del siglo XVI por Rodrigo Gil de Hontañón, la girola de la Catedral se Segovia no se finalizaría hasta el año 1671 (Ruiz Hernando 1994, 16), con el cierre de las bóvedas trapeciales que la cubren (figura 1).[1,2] Al igual que en las girolas de las catedrales de Almería y Guadix, y la Iglesia Mayor de Baza, todas del siglo XVI, estas bóvedas adaptan el trazado de nervios complejo, propio del tardogótico, a la planta trapecial de los tramos de la girola.

Al contrario que en otros ejemplos, donde la documentación conservada es escasa, sobre la girola de la Catedral de Segovia disponemos de varios documentos de indiscutible valor que nos pueden aportar interesantes pistas sobre el proceso de diseño de la girola y las bóvedas. Por una parte, en el Archivo Catedralicio se conservan tres trazas de la girola (Ruiz Hernando 2003), las dos primeras como parte de la planta completa del templo (Merino de Cáceres 2013), y la tercera donde sólo se dibuja la planta de la cabecera.

Por otra parte disponemos de un texto del propio Rodrigo Gil de Hontañón, donde se explica el diseño de la girola. Este documento ha llegado hasta nosotros a través de la copia manuscrita de Simón García en su *Compendio de arquitectura y simetría de los templos* (1681).

Aunque no coinciden con la solución final adoptada, en las trazas aparecen dibujados tres propuestas de diseño de nervios para las bóvedas de la girola que adaptan la crucería a la planta trapecial. Este ajuste en planta implica necesariamente, una adaptación de la volumetría de la bóveda, donde entran en juego mecanismos de diseño distintos de los habituales.

Esta comunicación analiza el diseño de la girola de la Catedral de Segovia y la construcción geométrica de la forma de las bóvedas trapezoidales que la cubren (figura 2), tomando como punto de partida la documentación antes mencionada. El análisis se inició con un levantamiento de dos de las siete bóvedas. A partir de los datos obtenidos de dicho levantamiento, se analiza la forma de las bóvedas y los mecanismos de control geométrico de las mismas, proponiendo una hipótesis sobre el proceso de diseño y control de la forma durante su construcción.

El diseño de la girola de la Catedral de Segovia

El diseño semicircular de la girola que rodea el ábside no es inmediato. Por una parte la girola coordina las dimensiones del ábside con las de las naves laterales e implica, además, la división en un número de lados aproximadamente iguales. Sin duda la mayor dificultad radica en la división en tramos de la girola. Evidentemente es posible realizar una división por tanteo, por aproximaciones sucesivas hasta conseguir una división en tramos casi exacta. Este modo de proceder no quedaría reflejado en la solución finalmente construida, donde cualquier inexactitud sería menor que las tolerancias de fabricación.



Figura 1
Fotografía cenital de la bóveda sobre el primer tramo de la girola, frente a la Capilla de San Pedro (fotografía de la autora 2012)

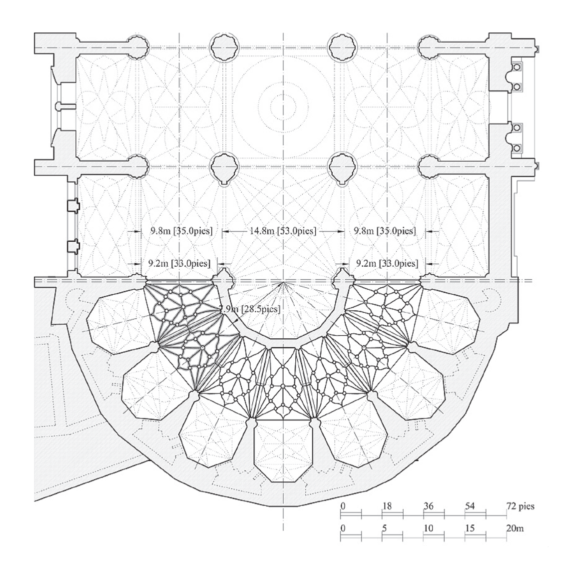


Figura 2
Detalle de la cabecera de la Catedral de Segovia a partir de la toma de datos y de la planta de 1984 (Álvarez Alonso et al. 1984) (dibujo de la autora 2015)

La girola de la Catedral de Segovia tiene la ventaja de que los tramos en los que se divide no son exactamente iguales, siendo ligeramente más anchos los dos primeros que sirven de enlace con las naves laterales. A priori esto no es lo esperado si el reparto se hace por tanteo, ya que en un reparto aproximado lo lógico es comenzar por el enlace con las naves laterales y que sea el tramo central el que asuma la diferencia.

Compendio de arquitectura y simetría de los templos

En el *Compendio* de Simón García se recogen dos dibujos de un templo con girola. El primero pertenece al Capítulo 2 que trata del «Repartimiento de los templos por analogía» (García 1681, fol. 2r-7v); el segundo dibujo pertenece al Capítulo 5, que trata del «Repartimiento de los templos por iometría» (García 1681, fol.11v-15r). Aunque en ambos casos el dibujo va acompañado de una explicación literal, tan sólo en el segundo caso se explica cómo trazar la girola.

En el «repartimiento por iometría» Rodrigo Gil de Hontañón dibuja un templo de tres naves y capillas, con girola y capillas radiales, inscrito en un cuadrado cuya longitud es la del templo. La girola, que sigue un diseño semicircular, mantiene la anchura de las naves laterales y se divide en cinco tramos trapeciales. Para hacer la división hay que unir el punto medio del cuadrado (punto B del dibujo) con 1/4 del lado (punto R del dibujo) y ver dónde corta «con el segundo círculo» (García 1991, 58 [fol. 12v]). De esta forma se obtiene el punto 8, que indica la anchura del tramo central. Los cuatro tramos restantes se obtienen dividiendo en dos partes iguales a cada lado del tramo central (figura 3).

De esta manera la girola queda dividida en cinco tramos, con la peculiaridad de que el tramo central es sensiblemente más ancho que los laterales. El autor es consciente de esto último y añade «que por Respecto del Retablo es maior» (García 1991, 58 [fol. 12v]). Si bien el argumento parece razonable, la realidad es que no es habitual encontrar girolas en las que el tramo central sea sensiblemente más ancho que los laterales.[3] Más que un efecto buscado parece que el Rodrigo Gil de Hontañón intenta hacer el reparto «por iometría» y, al no conseguir cinco tramos iguales, justifica la solución obtenida.

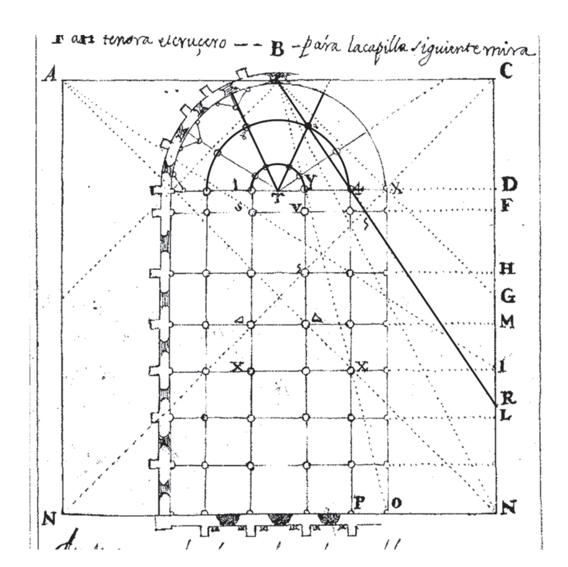


Figura 3
«Repartimiento por iometría» según Rodrigo Gil de Hontañón (García 1628, fol. 12r)

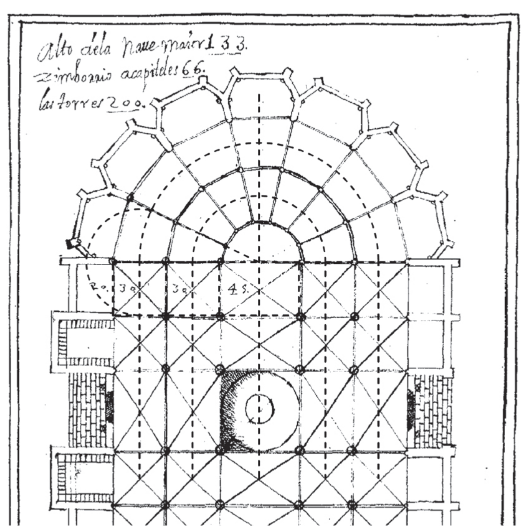


Figura 4
Hipótesis sobre el «repartimiento por analogía» realizado sobre el dibujo de Rodrigo Gil de Hontañón (García 1628, fol. 7r) (dibujo de la autora 2015).

Más interesante resulta el primer dibujo. Aunque se encuentra dentro del «Repartimiento por analogía», señala Rodrigo Gil de Hontañón que «esta planta siguiente (…) no es medida por la raçon del cuerpo humano sino por bia de jeometria» (García 1991, 53 [fol. 6]). Se trata de un templo de cinco naves y capillas, con doble girola y capillas radiales. Las naves de la girola mantienen el ancho de las naves laterales y se dividen en siete tramos trapeciales.

Según explica Rodrigo Gil de Hontañón, la anchura y reparto de las naves se hace según una proporción sexquiáltera (3:2), siendo de 45 la anchura de la nave central, 30 la de las naves laterales y 20 la de las capillas. El autor no da ninguna indicación para el reparto de la girola.

Al no disponer de una explicación por parte de su autor, hemos hecho la suposición de que se basa, de nuevo, en una proporción sencilla. Tomando como punto de partida la segunda girola y forzando que su profundidad, medida sobre el eje, sea igual que la de las naves laterales (30), obtenemos un reparto en siete tramos prácticamente iguales (figura 4).

Resulta sorprendente que esa sencilla operación conduzca a un reparto de la girola en siete partes iguales, pero es posible comprobarlo algebraicamente. Sin embargo es preciso advertir que este reparto sólo funciona para la proporción de naves antes indicada.

La tercera traza de la girola de la Catedral de Segovia

De las tres trazas de la girola de la catedral de Segovia conservadas en el archivo catedralicio, las dos primeras, una atribuida a Juan Gil de Hontañón (c. 1524) y otra a su hijo Rodrigo (c. 1529) (Ruiz Hernando 203, 12-19), dibujan el templo completo. Ambas trazas han sido ya analizadas por el profesor José Miguel Merino de Cáceres (2013), por lo que este análisis se limita a la tercera traza, atribuida a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1561). Esta traza es, además, la que más similitudes presenta con la girola finalmente construida ya que la girola se divide en siete tramos y el dibujo de nervios se aproxima al trazado final.

Dos aspectos llaman la atención del dibujo. El primero es que los dos muros que delimitan la girola, ambos semicirculares, no son concéntricos. El centro del muro interior, que circunda el ábside, se encuentra situado 2,5 pies (aprox.)[4] por debajo del

centro del muro exterior. El segundo es que el reparto en tramos es bastante desigual, siendo sensiblemente menores los dos tramos que enlazan la girola con la nave. La irregularidad de los dos primeros tramos de la girola se acentúa al no radiar los perpiaños que los delimitan al centro del muro exterior, donde radian el resto de arcos perpiaños (figura 5).

Hemos formulado una hipótesis sobre el diseño de la girola (figura 5) que explica ambas cuestiones, teniendo además en consideración que la desigualdad se observa si se comparan los ángulos que delimitan los arcos perpiaños, no siendo tan evidente si se comparan distancias. El reparto en tramos de la girola se realiza por tanteo, sobre el eje que la recorre uniendo las claves polares de la crucería, separando los ejes una distancia aproximada de 20 pies. En los dos primeros tramos, el reparto se realiza desde el eje que marca el centro del ábside, que no coincide con el inicio de la semicircunferencia, lo que explica la desigualdad de estos tramos.

El diseño de la girola de la Catedral de Segovia

Para el análisis del diseño de la girola se ha procedido a realizar un levantamiento de la misma a partir de una toma de datos llevada a cabo con una estación total equipada con distanciómetro láser.[5] La toma de datos se realizó sobre las dos primeras bóvedas de la girola desde el lado de la epístola,[6] si bien también se tomaron las alineaciones de los muros correspondientes al tramo recto anterior y los cuatro tramos siguientes de la girola.[7]

La girola de la catedral de Segovia es de una sola nave, que mantiene la anchura de las naves laterales, y se divide en siete tramos trapeciales de proporción alargada que, como ya se ha señalado, no son iguales. Los cinco tramos centrales cubren un ángulo de 25,3º, mientras que los dos de los extremos cubren un ángulo de 26,75º.

En un intento por explicar la división en tramos de la girola, y dada su similitud con uno de los dibujos del manuscrito de Rodrigo Gil de Hotañón, hemos planteado la hipótesis de que el diseño estuviera relacionado con el «reparto por analogía» que ya hemos analizado (García 1621, fol. 7r).

El diseño se basa en la suposición de que la Catedral de Segovia tuviera cinco naves en lugar de tres, situación que se prolongaría en la girola. La anchura de las «naves exteriores» sería de 35 pies, como las

Figura 5
Análisis de la tercera traza de la girola, atribuida a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1561), publicada por José Antonio Ruiz Hernando (2003, 25) (dibujo de la autora 2015)

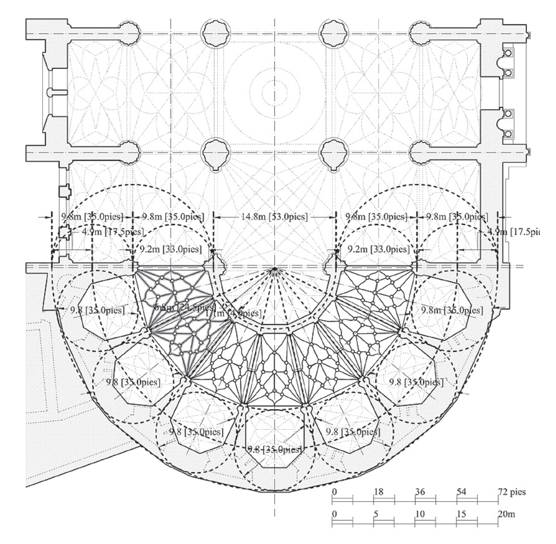


Figura 6
Hipótesis para el diseño de la cabecera de la Catedral de Segovia (dibujo de la autora 2015).

ya existentes. A continuación procedemos a dividir la segunda girola en tramos cuya anchura en el punto medio también sea de 35 pies, comenzando el reparto en el eje (figura 6).

Empleando este procedimiento el reparto no se produce en siete tramos exactamente iguales, como sucedía en el dibujo de Rodrigo Gil de Hontañón, sino que queda una pequeña diferencia que asumen los tramos de los extremos. Esta discrepancia se produce porque la proporción de las naves construidas no es la misma que en el dibujo recogido en el *Compendio*.

Las bóvedas de la girola de la Catedral de Segovia

Con algunas excepciones, el trazado de nervios habitual en los tramos trapeciales de las girolas góticas de los siglos XII al XV está formado por cuatro mitades de arco ojivo que se encuentran en la clave central, adaptando la bóveda de crucería cuatripartita (*croisée d'ogives*) al perímetro trapecial. La única dificultad consiste en la posición de la clave polar que produce un quiebro de los ojivos.[8] A partir del siglo XVI encontramos trazados de nervios más complejos, que también se ven forzados a adaptar su perímetro.

En las tres trazas de la catedral de Segovia se dibuja el trazado de nervios, con tres soluciones distintas que no coindicen con la solución final (figura 7), lo que permite establecer una comparación entre las distintas trazas y analizar además la evolución de las misas.

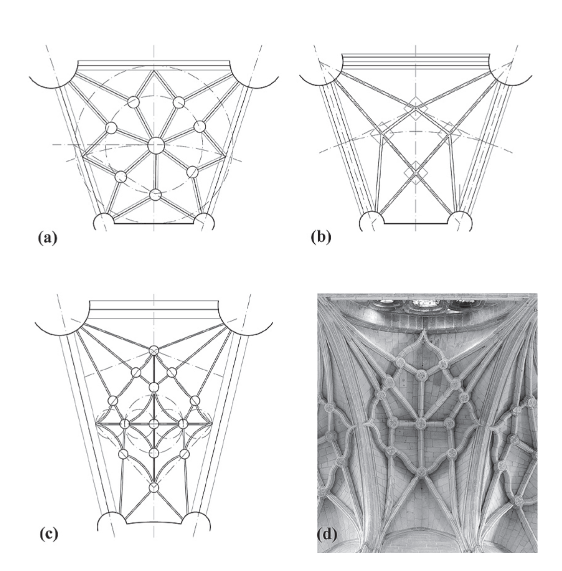


Figura 7
Trazados propuestos para las bóvedas de la girola: (a) atrib. a Juan Gil de Hontañón (c. 1524); (b) atrib. a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1529); (c) atrib. a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1561) (dibujo de la autora 2015). (d) Fotografía de las bóvedas finalmente construidas (fotografía de la autora 2012)

La traza atribuida a Juan Gil de Hontañón (c. 1524)

Los cinco tramos trapeciales de la girola se cierran con cuatro bóvedas de crucería distintas, siendo iguales las de los dos primeros tramos del lado del evangelio. Los diseños de las dos bóvedas del lado de la epístola son indecisos y torpes, de manera similar a lo que sucede en la capilla mayor (Ruiz Hernando 203, 14). El interés está en las dos bóvedas del lado del evangelio y en la bóveda que cierra el tramo central.

Se trata de una bóveda de terceletes sin ojivos con clave polar, en la que las ligaduras de tres de los lados se «desdoblan» dibujando una estrella de siete puntas. Al prescindir del nervio ojivo, se evitan los inconvenientes que señalábamos para la bóveda cuatripartita. Además, este dibujo se ajusta con comodidad a la planta trapecial, disimulando la falta de perpendicularidad entre las ligaduras y los perpiaños, que se produciría de no «desdoblarse» la ligadura (figura 7a).

Este diseño disimula además la irregularidad del primer tramo, donde los arcos formeros no son paralelos entre sí, al producirse un ajuste en el enlace de los tramos trapeciales con la parte recta. La bóveda del tramo central sigue un diseño similar, pero con un nervio combado que une las siete puntas de la estrella dibujando una circunferencia; esto hace el diseño más forzado.

La traza atribuida a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1529)

En esta traza, los cinco tramos trapeciales de la girola se cierran con cinco bóvedas iguales, cuyo trazado es notablemente más sencillo que las de la traza anterior. Se trata de una bóveda de terceletes sin ojivos ni

clave polar, que evita de nuevo las dificultades que señalábamos para la bóveda cuatripartita.

Las cuatro claves de los terceletes se unen formando un rombo, en una solución relativamente frecuente en bóvedas de crucería tardogóticas de perímetro rectangular, ya que la ausencia de ojivos y clave polar contribuye a disimular cualquier anomalía de la planta (figura 7b). Curiosamente se trata de un diseño de nervios que raramente encontramos en girolas.[9]

La traza de la girola atribuida a Rodrigo Gil de Hontañón (c. 1561)

Los siete tramos trapeciales de la girola se cierran con siete bóvedas iguales, cuyo trazado es más complejo que el anterior y se parece al finalmente construido, aunque con algunas diferencias. De nuevo se trata de una solución de bóvedas sin ojivos como la anterior, pero en esta ocasión sí que tiene clave polar. La nervadura recta en forma de rombo se sustituye por un primer juego de combados formando un rombo.

Aparecen dos terceletes más en el lado más ancho de la bóveda y un segundo rombo de combados une las claves de los arcos perpiaños con las claves de los terceletes. La bóveda tiene un total de 13 claves (figura 7c).

Las bóvedas de la girola de la catedral de Segovia

Las bóvedas finalmente construidas (figura 8) se parecen bastante a las de la traza de c. 1561, aunque con algunas diferencias. Al contrario que en todas las trazas, la bóveda tiene dos nervios ojivos que unen la clave polar con el perímetro exterior, pero no con el interior. Desaparecen los terceletes duplicados y el rombo central. El segundo rombo de combados, de trazado cóncavo-convexo, no sigue exactamente el mismo dibujo que en la traza.

Lo primero que se observa en el trazado (figura 9), es que la posición de las claves se ajusta bastante a un trazado regular, mientras que varios de los nervios se curvan sensiblemente para alcanzar el apoyo.

Hay que tener presente que estas bóvedas se construyeron un siglo después de haber sido proyectadas por Rodrigo Gil de Hontañón, siendo maestro mayor Francisco Viadero (Ruiz Hernando 2003, 199). Si nos fijamos en las «Condiciones para las capillas de la girola», éstas señalan expresamente que las claves

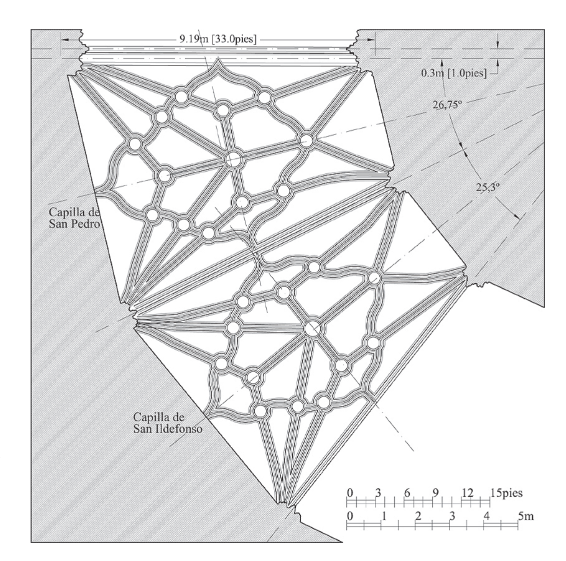


Figura 8
Planta de las bóvedas de los dos primeros tramos de la girola, frente a las capillas de San Pedro y San Ildefonso (dibujo de la autora 2015)

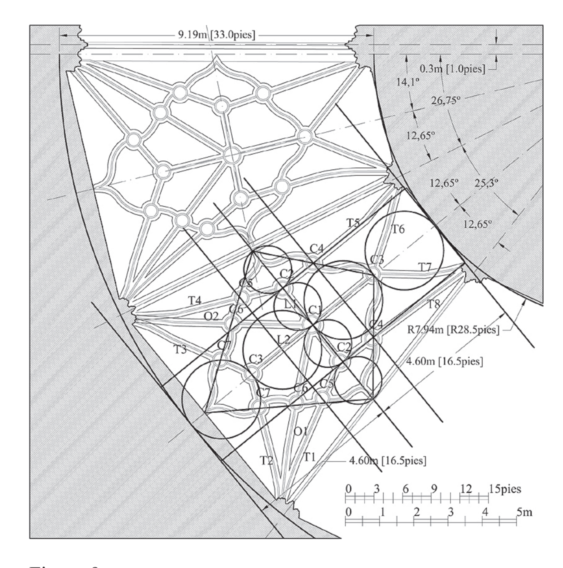


Figura 9
Trazado de nervios de las bóvedas de la girola (dibujo de la autora 2015)

se han de situar siguiendo la traza (Huerta Fernández 2013, 128), lo que explicaría la regularidad en la posición de las claves, dejando que el ajuste del trazado se produzca en los nervios que unen las claves y los enjarjes, condicionados estos últimos por la obra ya construida (Huerta Fernández 2013, 127).

Esta importancia en la posición de las claves será condicionante en la construcción de la forma de la bóveda que analizaremos a continuación.

La construcción geométrica de la forma de la bóveda

A partir de la nube de puntos obtenida de la toma de datos (figura 10) se hizo evidente que la forma de la bóveda era más compleja de lo que en principio podría pensarse. La primera observación que llama la atención es el hecho de que se produce un quiebro en la montea de los nervios al llegar al combado, lo que afecta a los nervios ojivos y la mitad de los terceletes. Esta situación no se observa en las fotografías (figura 11), aunque resulta evidente en el levantamiento.

En bóvedas de crucería góticas, lo habitual es que la construcción geométrica de la forma de la bóveda se base en el ojivo (Rabasa Díaz 2000, 121-130), incluso en aquellos casos en los que la nervadura es más compleja (Martín Talaverano et al. 2012). Cuando el trazado prescinde del ojivo es posible que aparezcan mecanismos de construcción distintos (Senent Domínguez y López Mozo 2013).

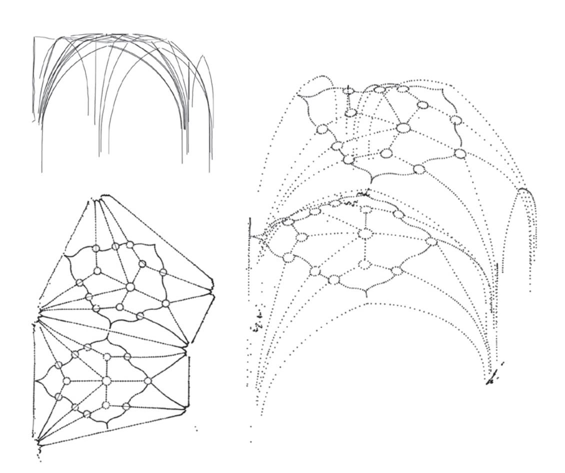


Figura 10
Toma de datos de las bóvedas de la girola (dibujo de la autora 2015)



Figura 11
Fotografía oblicua de la bóveda frente a la capilla de San Ildefonso (fotografía de la autora 2012)

El hecho de comprobar que en las bóvedas de la girola de la Catedral de Segovia el ojivo se quiebre al llegar al combado hace pensar en una solución alternativa que controle la geometría de la bóveda.

Como ya se ha señalado, la toma de datos se realizó para las dos primeras bóvedas de la girola desde el lado de la epístola. Para dichas bóvedas, se han obtenido las coordenadas de unas serie de puntos sobre los arcos perimetrales, los nervios ojivos, terceletes y combados; también se obtuvieron puntos que permitieran fijar la posición de las claves y puntos de la plementería, cuyo despiece es visible.[10] A partir de esa nube de puntos se ha construido un modelo tridimensional para su posterior análisis.

El análisis se ha hecho de manera independiente para cada uno de los arcos y nervios. Se ha hecho la suposición de que éstos están contenidos en planos verticales, y que están formados por arcos de circunferencia. Se obtuvieron los puntos de arranque y coronación, así como las curvaturas de cada uno de los nervios.

A continuación, se han cotejado los datos obtenidos de manera independiente para cada elemento, y se ha tratado de establecer un orden razonable de operaciones que se describe a continuación.

Arcos perimetrales

El arranque de la bóveda se produce a una altura de 16,4m, marcada por la presencia de una moldura. Los arcos perpiaños tienen su arranque sobre ese nivel, y siguen un diseño que coloca los centros a los tercios de la luz (*arco de tercio punto*); de esta manera la clave alcanza una altura de 21,4m.

Los arcos formeros, también apuntados, no siguen un diseño concreto. Su arranque se sitúa a una altura aproximada de 6,5 pies por encima del arranque de la bóveda. A pesar de salvar luces distintas, el distinto nivel de arranque y las posibilidades del arco apuntado hace que la altura de sus claves no difiera mucho de la del perpiaño: 20,7 m para los formeros interiores y 21,9 para los exteriores.

Terceletes interiores

A continuación se definen los terceletes que discurren paralelos al eje de la bóveda (T5 y T8). La montea de dichos terceletes no se quiebra, pese a cortarse con el combado, lo que nos advierte de su posible relevancia en la construcción. Estos terceletes tienen su arranque a una altura aproximada de 17,3 m, en el punto medio entre el arranque de perpiaños y formeros; llegan a las claves sobre la ligadura longitudinal (C2) con tangente prácticamente horizontal, a una altura de 21,7m (19 pies sobre la moldura que marca el arranque de la bóveda) (figura 13). Las claves sobre la ligadura radial (C3) se sitúan a la misma altura que las anteriores.

Rampante

Fijada la altura de las claves sobre el perímetro (21,4 m) y la altura de las claves sobre la ligadura transversal (C2, a 21,9 m), la posición de la clave polar (C1) se obtiene trazando un arco de circunferencia que una las anteriores. La posición de la clave polar queda fijada a una altura de 22,1 m.

La ligadura radial une las claves C3 con la clave polar pero no llegaría, de prolongarse, a las claves perimetrales de los formeros (figura 14).

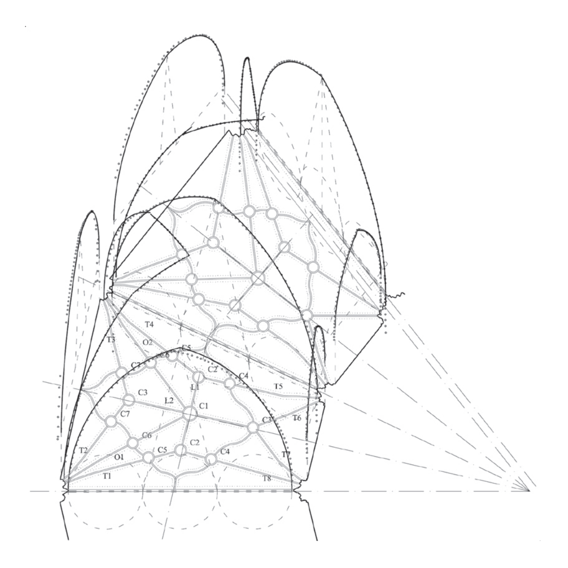


Figura 3.
Recreación infográfica de una grúa elevadora de gran potencia realizada a partir de la que está labrada en el relieve de los Haterii. Imagen de Arkeografia.

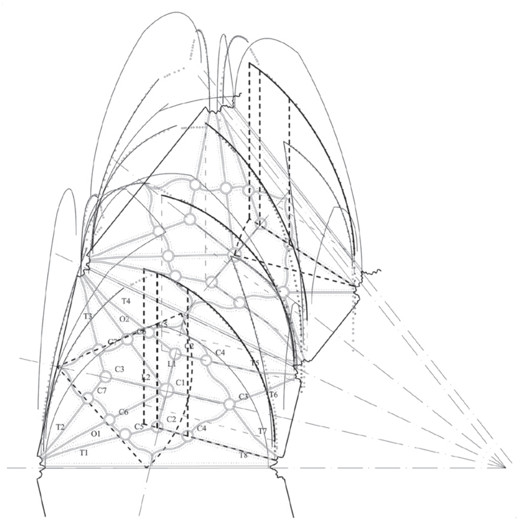


Figura 13
Construcción de los terceletes (dibujo de la autora 2015).

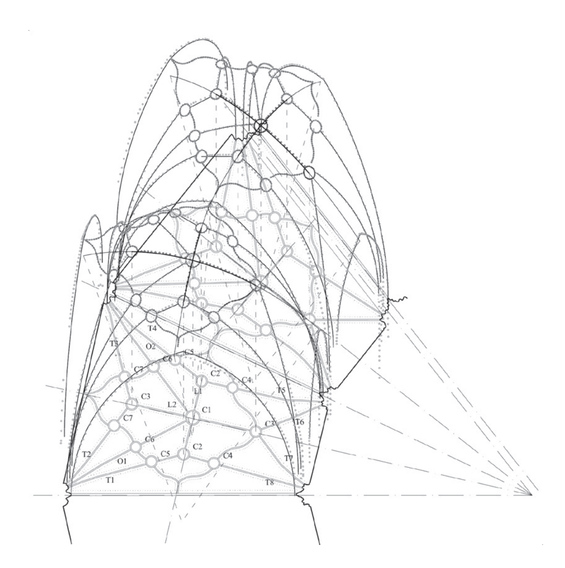


Figura 14
Volumetría de las bóvedas de la girola (dibujo de la autora 2015)

Nervio combado, ojivos y terceletes

Acabamos de ver cómo los terceletes T5 y T8 fijan la posición de las claves sobre la ligadura y con ello, el rampante de la bóveda. También fijan la posición de las claves sobre el combado (C4), a una altura de 21,7 m, que es la misma para todas las claves sobre el combado (C4, C5, C6 y C7).

De esta manera el nervio combado construye un plano horizontal que quiebra el recorrido de los nervios ojivos y la mitad de los terceletes (T1, T2, T3, T4). Los nervios ojivos sitúan su arranque a la misma altura que los perpiaños (16,4 m aprox.), coincidiendo con la moldura que marca el arranque de la bóveda (figura 12). El primer tramo del nervio queda entonces condicionado, al quedar fijado su punto de arranque y la clave intermedia (C6).

Tan sólo los terceletes T6 y T7 no quiebran su recorrido, ya que llegan directamente a la clave sobre el combado.

Conclusiones

La dificultad de dividir la girola de la Catedral de Segovia en siete tramos aproximadamente iguales parece solventada por Rodrigo Gil de Hontañón gracias a un diseño que él mismo dibuja en su manuscrito. Sin embargo, este trazado sólo funciona para una proporción entre la nave central y las laterales concreta, que no coinciden con las de la girola de la Catedral de Segovia, lo que se traduce en una discrepancia entre los dos primeros tramos y los cinco restantes.

Es, precisamente esta discrepancia la que nos da una pista sobre el proceso seguido. Paradójicamente, si la división en tramos hubiera sido exacta el procedimiento empleado no se hubiera puesto de manifiesto.

Para el trazado de la nervadura de la bóveda, sus autores propusieron distintas soluciones basadas en la eliminación del nervio ojivo, lo que facilita la adaptación de la nervadura a la planta trapecial. Sin embargo, la bóveda finalmente construida no prescinde por completo de los nervios ojivos, de los que construye sólo la mitad. No obstante, el nervio ojivo pierde relevancia y no es quien gobierna construcción geométrica de la forma de la bóveda.

La forma de la bóveda viene poderosamente condicionada por la posición de las claves, que llegan a producir quiebros en el recorrido de los nervios que las unen con los apoyos; quiebros tanto en el trazado en planta como en su montea. Esta circunstancia se



Figura 15
Fotografía del ajuste de la nervadura del primer tramo de la girola, frente a la Capilla de San Pedro (fotografía de la autora 2012)

pone de relevancia en la nervadura del primer tramo (figura 15), más ancho que los siguientes, pero donde el trazado que posiciona las claves no se ve alterado; es el nervio combado el que se alarga para alcanzar la clave perimetral.

Fijada la altura de las claves, que podemos considerar muy ajustada por los datos del levantamiento, partimos de la hipótesis de que los nervios son arcos de circunferencia contenidos en planos verticales, a pesar de las deformaciones de su recorrido en planta. Para dichos arcos de circunferencia es posible ajustar tanto el radio, como la posición de su centro, para alcanzar una determinada cota en la clave; ambos parámetros, la posición del centro y la curvatura del arco, son en cambio muy discutibles y por lo tanto se han señalado como «aprox.». Estos parámetros son más discutibles cuanto menor es el recorrido del arco, tal y como sucede en las ligaduras.

Lo que sí resulta evidente es la directriz quebrada de los ojivos y la mitad de los terceletes, produciéndose un punto de inflexión al llegar al plano que definen los nervios combados. Lo más llamativo es que este quiebro afecte a los nervios ojivos, ya que son éstos los que suelen fijar la altura de las claves (Martín Talaverano et al. 2012, 88); esta situación nos lleva a concluir que no es el nervio ojivo el que controla la construcción geométrica de la forma de la bóveda.

Tras constatar esta pérdida de relevancia del nervio ojivo, se ha buscado un trazado alternativo que permita controlar la construcción de la bóveda. El hecho de que en dos de los terceletes no se produzcan quiebros, ni en su trazado, ni en su montea, nos han llevado a especular sobre su importancia en la construcción geométrica de la forma de la bóveda, que sería mayor que la que inicialmente cabría esperar.

Notas

1. Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación «La construcción de bóvedas tardogóticas españolas en el contexto europeo. Innovación y transferencia de conocimiento» (BIA2013-46896-P) del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación.
   Quiero expresar mi agradecimiento al Cabildo Catedralicio y a D. José Gómez, Canónigo fabriquero de la Catedral de Santa María de Segovia, por permitirme realizar la toma de datos de las bóvedas.
2. Existen numerosos trabajos sobre la historia y construcción de la Catedral de Segovia, entre los que destacan las obras del profesor José Antonio Ruiz Hernando.
3. Podemos señalar como excepción las girolas de Saint-Martin-des-Champs y Saint-Eustache en París, y la Catedral de Rouen.
4. Para el análisis de la girola se ha tomado como unidad de medida el pie castellano, de 27,86 cm (Merino de Cáceres 2013, 138). Para analizar esta traza, se ha escalado el dibujo tomando como referencia la anchura interior de la Catedral, de 180 pies (Merino de Cáceres 2013, 149).
5. Estación total Leika Flex Line TS2, con una precisión nominal para mediciones sin prisma a 30m de 2mm6 ppm. Durante la toma de datos se verificó un error de 3 mm.
6. La toma de datos se realizó los días 29 y 30 de octubre de 2012.
7. Para poder realizar el levantamiento de la girola completa, la toma de datos anterior se completó con los planos de la catedral realizados en 1984 (Álvarez et al. 1984; Álvarez Alonso et al. 1989).
8. En ocasiones los ojivos se curvan para evitar este efecto, como en la Catedral de Bourges. Si, por el contrario, la clave polar se situara en el punto de cruce de las diagonales del trapecio, ésta no estaría en el punto más alto de la bóveda, como sucede en la Catedral de Langres.
9. Como excepción podemos señalar la girola de la iglesia de San Lorenzo de Alkmaar.
10. También se tomaron los desplomes de los pilares perimetrales con la intención de valorar su influencia en la forma final de la bóveda. En todos los casos, los desplomes medidos son inferiores a 0,2º (6 cm en el arranque de las bóvedas), compensándose los interiores y los exteriores.

Referencias

Álvarez, Marina; Cámara, Asunción; Esteve, Adelaida; Caruana, Álvaro; Cascante, José María de; García, Luis Zósimo. 1984. *Catedral de Segovia y Capilla del Sacramento. Planta general de bóvedas y pavimentos*. Madrid: Ministerio de Cultura / Dirección General de Bellas Artes y Archivos (disponible a través de la Planoteca del IPCE).

Álvarez Alonso, Marina; Cámara Gómez, Asunción; Álvarez Alonso, María Dolores. 1989. Levantamiento de la Catedral de Segovia. *Informes de la Construcción*, Vol. 41, nº 401, mayo/junio 1989, 7-14.

García, Simón. 1681. *Compendio de architectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano,*

por Simón García, architecto natural de Salamanca. Año 1681. Ms. 8884: Biblioteca Nacional de España (disponible a través de la Biblioteca Digital Hispánica).

García, Simón. 1991. *Compendio de architectura y simetría de los templos. 2 Tomos*. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid.

Huerta Fernández, Santiago. 2013. La construcción de las bóvedas góticas según Rodrigo Gil de Hontañón, arquitecto de la catedral de Segovia. En *Segovia, su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a José Antonio Ruiz Hernando*, editado por P. Navascués Palacio y S. Huerta, 107-133. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Martin-Talaverano, Rafael; Perez-de-los-Ríos, Carmen; Senent-Dominguez, Rosa. 2012. Late Gothic German Vault Design Methods and Its Relationship with Spanish Ribbed Vaults. En *Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society*, editado por R. Carvais et al. Vol. 3, 83-90. París: Picard.

Merino de Cáceres, José Miguel. 2013. Metrología y composición de la catedral de Segovia. La planta del templo. En *Segovia, su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a José Antonio Ruiz Hernando*, editado por P. Navascués Palacio y S. Huerta, 135-158. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Ruiz Hernando, José Antonio. 1994. *La catedral de Segovia*. Madrid: Edilesa.

Ruiz Hernando, José Antonio. 2003. *Las trazas de la Catedral de Segovia*. Segovia: Diputación Provincial de Segovia - Caja Segovia.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Senent-Domínguez, Rosa; López-Mozo, Ana. 2013. The dissemination of a model. Juan Guas' asymmetrical vault in Segovia Cathedral and its «close relatives» across Europe. In *2nd Forum on Medieval Art / Forum Kunst des Mittelalters* (Freiburg, 2013, September 16-18), (No publicado).

Costruire in Italia nell'Ottocento. Regola d' arte e pratica di cantiere

Lucia Serafini

Nel corso dell'Ottocento la cultura costruttiva italiana è caratterizzata da una ricca produzione di opere dirette a raggiungere un felice connubio tra teoria e pratica di cantiere. In tale contesto si inseriscono alcune esperienze che hanno avuto la capacità di superare le barriere locali e partecipare con forza al rinnovamento complessivo della società europea nata dall'illuminismo.

Il presente contributo vuole portare all'attenzione la produzione teorica e pratica di un architetto attivo nel territorio alla periferia del Regno di Napoli durante i cinquant'anni che precedono l'Unità d'Italia. Si tratta di Nicola Maria Pietrocola (1794-1865), un tecnico nato a Vasto, in Abruzzo, formato tra Roma e Napoli e con un'esperienza progettuale maturata alla scala urbanistica ed edilizia, nel consolidamento e riuso di antiche fabbriche, oltre che nel campo dell'ingegneria idraulica. Lo stesso architetto è anche autore dell'opera intitolata *Taluni scritti di architettura pratica*, pubblicata a Napoli nel 1865, e chiaramente ispirata non solo alle opere italiane di Giuseppe Valadier, Francesco Milizia, Girolamo Masi, ma anche a quelle di profilo internazionale, come il trattato di Rondelet.

Con l'obiettivo di operare una sintesi tra ragione e fantasia, economia e buon senso, Pietrocola propone un decisa riforma dell'arte costruttiva, lavorando sulla scorta del concetto di miglioramento e correzione degli errori che da Leon Battista Alberti aveva accompagnato tutta la manualistica sull'Arte di costruire. Il suo obiettivo è di usare l'esperienza pratica per raggiungere lo scopo ultimo dell'architettura che Vitruvio aveva fatto coincidere con la creazione di uno spazio confortevole e ordinato, ma di farlo in presenza di un nuovo senso delle proporzioni e della misura, sciolto rispetto alla rigidità del repertorio classico a favore di regole più flessibili, nelle forme, nelle tecniche, nei materiali.

Prima dei *Taluni scritti di architettura pratica* di Nicola Maria Pietrocola, le regole del buon costruire non avevano mai trovato in Abruzzo e a settentrione del Regno di Napoli una sistemazione teorica, rimanendo affidate a pratiche di cantiere secolari governate dall'esperienza e dal buon senso. In Molise –regione molto vicina all'Abruzzo per geografia e cultura–, un tentativo di rivedere l'arte costruttiva locale era stato fatto da Pasquale Fortini dopo il terremoto che aveva colpito la regione nel 1805. Portando il suo interesse oltre le cause dei terremoti e dei danni portati alla città di Isernia, tra le più distrutte dal sisma, il tecnico molisano aveva infatti maturato acute considerazioni circa la necessità di migliorare i sistemi costruttivi tradizionali, anche e soprattutto da un punto di vista antisismico (Fortini 1805).

Fra i trattatisti italiani, presente a Pietrocola è senz'altro Milizia, con i suoi *Princípi* del 1781, ma anche Girolamo Masi non gli è sconosciuto. La *comodità* che già Guarino Guarini aveva eletto a primo requisito dell'architettura e che Masi nella sua *Teoria e pratica di architettura civile*, del 1788, aveva associato ai temi della *solidità* e *bellezza*, è negli scritti

dell'architetto abruzzese un motivo ripetuto fino agli eccessi, talvolta.

L'opera cui Pietrocola sembra maggiormente debitore, e non solo per una questione di intitolazione, è però *L'architettura pratica* di Giuseppe Valadier, il principale trattato del primo Ottocento, scritto a raccolta delle lezioni tenute alla cattedra omonima dell'Accademia di San Luca, e pubblicato a Roma tra il 1828 e il 1839. Pietrocola aveva frequentato l'Accademia dal 1821 al 1822, e senz'altro assunto il maestro a riferimento fondamentale per la promozione, a sua volta, di un tipo di esperienza professionale totale, capace di mettere insieme regola d'arte e logica di cantiere. Sicché, al programma che Valadier aveva proposto nel suo trattato circa il fatto che l'architetto non può sapere fare il muratore, il falegname, ecc., ma deve conoscere *praticamente* la resistenza del legno, la potenza della vite, dell'acqua, del fuoco, Pietrocola aderisce con entusiasmo, confermando la propedeuticità della teoria rispetto alla pratica, la opportunità di fornire prove ottenute dall'esperienza dei fatti, nonché la necessità di mettere sempre il disegno a capo di tutte le altre conoscenze.

Rispetto al dibattito internazionale presente alla sua opera è soprattutto il *Traité* di Rondelet, pubblicato a Parigi tra il 1802 e il 1818, e per la prima volta in Italia nel 1832. La strenua ricerca da parte dell'architetto abruzzese delle corrette dimensioni da dare alle fabbriche, non solo per produrre opere gradevoli alla vista ma anche e soprattutto per risparmiare nella spesa di materiali e manodopera, è perfettamente in linea con il razionalismo illuminista e con la necessità ribadita dal francese di poter raggiungere lo scopo essenziale dell'arte che è la solidità, solo impiegando una giusta quantità di materiali messi in opera con arte ed economia. Assumendo l'architettura a contributo fondamentale del progresso umano, Rondelet aveva inoltre ribaltato la supremazia della decorazione sulle competenze tecniche, puntando da un lato al tema della manipolazione dei materiali, dall'altro al comportamento delle strutture murarie e ai suoi costi. Lo stesso Valadier aveva giudicato la bontà di una fabbrica sulla base della *ragionevolezza* con cui vi saranno riuniti i tre requisiti della bellezza, come corrispondenza del tutto alle parti, della comodità, come disposizione giudiziosa degli ambienti, infine della stabilità, come rispetto delle regole della statica e dell'equilibrio.

E' evidente come Pietrocola si senta investito, con i suoi scritti, di una grande funzione sociale, e attraverso di essi condivida l'orgoglio di quanti pensavano, almeno dal Rinascimento in poi, che l'architetto è un artista e l'immaginazione il suo mezzo. Un artista però specifico rispetto agli altri in quanto non costruisce un mondo fittizio ma interviene sulla realtà, negando ciò che è a beneficio di ciò che dovrebbe essere, e prefigurando in fondo un'utopia. E se è vero che più i suoi progetti sono ambiziosi più la loro realizzazione si allontana, la scrittura diventa un modo per offrire uno sbocco alla sua immaginazione e anche, è il caos di dire, alle sue frustrazioni (Thoenes, 2011, vol. 1: 8-19).

A causa della cecità che colpisce Pietrocola negli ultimi anni della sua vita, l'opera manca di grafici. Nonostante questo ha il merito di aver portato l'attenzione, anche in provincia, sul grado di specializzazione dell'architetto, nel senso in cui lo intendeva Vitruvio, e fargli acquistare una sua identità: condizione indispensabile per emanciparlo dalla secolare condizione di capocantiere e conferirgli il diritto e la capacità di correggere le regole dell'antichità e inventarne di nuove.

Pietrocola non fornisce nei suoi scritti regole rigide ma un insieme di direttive per una costruzione corretta, proposte in una successione di paragrafi dove, con fiera disinvoltura, mischia temi generali come quello dell'equilibrio, con elementi costruttivi come archi, volte e contrafforti, o tipologie di fabbriche come ponti, mulini, piroscafi: il tutto saldamente al di fuori della organizzazione sistematica dei manuali tradizionali, ma caparbiamente dentro una cultura costruttiva di cui si fa garante e revisore al contempo.

Il commento dei capitoli principali della sua opera, di seguito proposto, aiuta a svelare una storia della costruzione tradizionale tutt'altro che periferica, capace di fare da contrappunto al panorama nazionale italiano e arricchirlo di interessanti apporti tecnico-scientifici.

Le strutture verticali, ovvero «le murature a midollo, a scarpa e tubolari»

Nella concezione di Pietrocola, il muro è una realtà costruttiva derivante dall'assemblaggio in altezza di parti distinte, per dimensione, fattura e finitura. Sicché, a meno di pochi particolari, derivanti da motivi di ordine funzionale e rappresentativo, le sue modalità costruttive sono sempre le stesse, si tratti dei muri di perimetro o di spina (Pietrocola 1869, 17-33).

Rispetto alla tradizione costruttiva locale, dove da sempre «i muri si fanno di mattoni con midollo di pietra e con uno spessore medio di due palmi e mezzo» (66 cm circa) il rinnovamento che ne propone non riguarda tanto i materiali, garantiti dalla disponibilità delle risorse locali e da consuetudini di lungo corso, ma le loro proporzioni e il loro assemblaggio, tanto in alzato che in sezione orizzontale. Comporre i materiali secondo criteri non più meramente quantitativi, è dunque, a suo dire, il primo e più importante espediente per realizzare fabbriche non soltanto più solide ma anche più comode ed economiche. Da questo punto di vista, dunque, anche la media dei due palmi e mezzo della tradizione può essere accolta, purché adattata con buon senso e razionalità alle diverse parti di cui, albertianamente, il muro di fatto si compone.

Le parti cui il trattatista abruzzese fa riferimento sono tre: la fondazione, il muro vero e proprio, e lo zoccolo di raccordo; parti variamente interconnesse tra di loro ma ciascuna riferibile e materiali e tecniche costruttive specifiche Denominatore comune delle tre parti è la loro fabbrica di ciottoli spaccati e dimezzati, o di pietre arenarie durissime, cementata a calce ed arena; versione locale della fabbrica a base di tavolozza della tradizione che deve essere assoluta per le fondazioni e usata invece come midollo di una camicia di mattoni per lo zoccolo e il muro vero e proprio. Riguardo alla proporzione fra le tre parti, lo zoccolo ha in genere una risega di mezzo palmo rispetto alla fondazione e si eleva da essa di due palmi, uno sotto e uno sopra il piano di campagna utile ad agganciare il muro vero e proprio.

Specifici, rispetto alla categoria generica della muratura con midollo di pietra, sono i materiali. Se per le fondazioni la preferenza va ai ciottoli di cava, giacche quelle arenarie non sempre sono talmente dure «da far fuoco sotto il martello» o prive di quella «patina arenosa» che impedisce la lega, per la restante parte di muro che dallo zoccolo arriva alla sommità del muro, Pietrocola porta a perfezione la preziosa ricetta del cantiere locale, non a caso la più costosa, sia riguardo ai ciottoli che fanno il midollo –da usarsi necessariamente spaccati e dimezzati in modo da ingranare meglio con la malta– sia in ordine alle pietre utili a colmarne gli interstizi, sia, soprattutto, riguardo ai mattoni destinati a contenere il midollo di pietre e fare da camicia (figura 1).

Nella visione organicistica che l'architetto abruzzese ha della struttura muraria, convalidata nei suoi scritti col frequente ricorso alla metafora uomo-fabbrica, entra anche il muro a scarpa, punto di forza della sua pratica costruttiva e filo conduttore di tutte le sue riflessioni teoriche; anche in questo caso senza uscire dai binari della tradizione ma aggiustandone il tiro con argomenti tanto suggestivi quanto convincenti, come l'arte di nascondere le rastremazioni col ricorso a e fasce e cornici, sia per le facciate da costruirsi ex novo, sia per le vecchie, da rafforzare per l'occasione e dotare eventualmente anche di una nuova facies figurativa (figure 2-3).

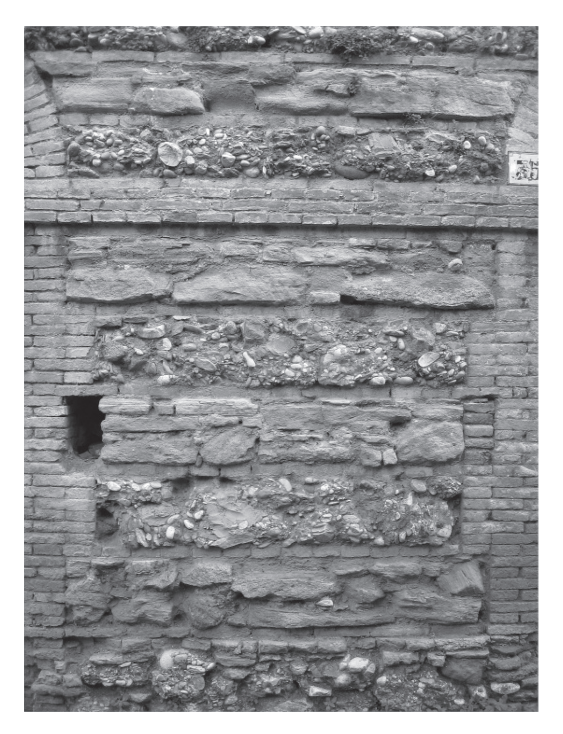


Figura 1
Particolare della muratura di ciottoli, arenaria e mattoni del palazzo Rulli fuori porta Nuova a Vasto, realizzato da Pietrocola intorno al 1850

Di muri a scarpa è piena la tradizione costruttiva abruzzese, non solo sui perimetri delle città grandi e piccole, attrezzate a guisa di vere e proprie case muraglia, ma anche sulle cortine edilizie prospicienti le strade, talvolta rafforzate ulteriormente con archi soprastrada. In una regione dove la ricorrenza dei terremoti ha certamente affinato la pratica costruttiva, questi muri hanno anche motivazioni antisismiche.

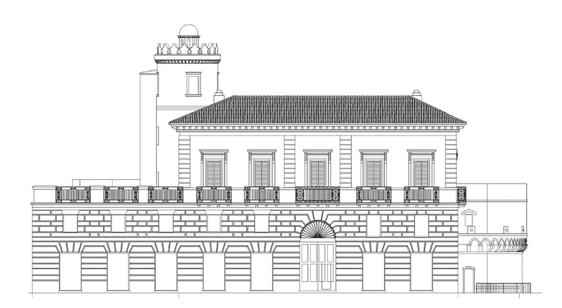


Figura 2
Rilievo della facciata del palazzo Palmieri ricavato da Pietrocola sull'ala sud del Castello Caldoresco di Vasto (Naccarella 2009, 35)



Figura 3
La lunga facciata a scarpa del palazzo Rulli dentro porta Nuova realizzato da Pietrocola a rafforzamento e trasformazione di un antico convento domenicano

Oltre a farne largo uso nelle sue fabbriche, Pietrocola è però anche il primo che ne parla, supportandone le ragioni con le stesse leggi naturali che sovrintendono alle montagne e ai fusti degli alberi: capolavori di solidità che non possono non condizionare il disegno delle fabbriche, da concepire anch'esse come piramidi, dal profilo, oltretutto, non rettilineo ma curvo tanto dentro che fuori terra.

Fedele alla sua concezione di fabbrica come organismo, Pietrocola comprende nel muro a scarpa anche le fondazioni, essendo da loro che il profilo a piramide deve partire e ovviamente interessare solo la parte esterna, se è vero, come egli afferma, che «l'uomo….ha i piedi con le falangi solamente innanzi, perché il suo movimento innanzi procede: ond'è che la natura lo ha provvisto di base più lunga innanzi ove egli può pericolare e cadere». Fondazioni di ciottoli o pietre arenarie e a scarpa esterna dunque, allacciate allo zoccolo di raccordo col muro vero e proprio, entrambi a loro volta a scarpa, che Pietrocola però specializza rispetto alla tradizione locale di usare fondazioni continue anche in corrispondenza di porte e di piloni sulla parte in elevato, con la proposta di fondamenti staccati in corrispondenza delle prime e di sostegni puntuali e specifici per gli altri: molto migliori, a suo dire, degli archi rovesci suggeriti da Leon Battista Alberti nel suo *De re aedificatoria*, spesso addirittura da evitare, non solo perché mancanti di controspinta nelle zone angolari, con gravi conseguenze per l'equilibrio dell'edificio, ma anche perché raccordanti i piloni alla stessa profondità, senza considerare la diversa resistenza del terreno.

Dall'assunto secondo il quale è l'accorta disposizione dei materiali e non la quantità di essi che determina la fermezza dei muri, Pietrocola fa discendere la necessità di facciate a scarpa aventi una sezione uguale o addirittura maggiore di un muro massiccio, eppure con una massa di fabbrica minore perché cave all'interno. Il concetto che l'architetto porta avanti, combinando singolarmente comodità con solidità, buon senso ed economia, è quello della cosiddetta «casa a scheletro»: un involucro costituito da solidi murari facenti le veci di veri e propri pilastri con uno spessore di tre palmi e mezzo, alternati a parti intermedie vuote, spesse invece un solo palmo, occupate da stiponi che li sfondano ma li alleggeriscono anche, a patto di ripeterli su tutti i piani, secondo una rigida simmetria tra pieni e vuoti, e di voltare su ogni stipone un archetto su cui poggi la volta.

Sebbene nei suoi scritti Pietrocola non faccia mai esplicito riferimento a provvedimenti antisismici nelle sue costruzioni, non è improbabile che nella messa a punto, per queste, di un'ossatura muraria ben definita, non pensi anche alla *casa baraccata* di Vivenzio e alla sua *Istoria e teoria de' tremuoti* edita a Napoli nel 1783, subito dopo il disastroso terremoto che colpì la Calabria e la Sicilia occidentale (Tobriner 1997, 110-115). Non è dato sapere se conosce Vivenzio o si limita a perfezionare consuetudini antiche, forse anche dopo l'esperienza del terremoto che nel 1805 colpì il Molise. E' certo tuttavia che Pietrocola fa uso su larga scala di travi di legno annegate nella muratura, tanto come sistema di consolidamento che di rinforzo preventivo, portando con essi a perfezionamento il sistema dei cosiddetti *radiciamenti* tanto usati nel cantiere tradizionale abruzzese. Si tratta come noto di travi in legno, spesso di quercia, inserite nei muri col duplice scopo di assorbire le spinte orizzontali e ammorsare, quando estese all'intero perimetro, le murature d'ambito, aumentandone la capacità di resistenza ed evitandone il ribaltamento.

Nel suo proposito di portare alle estreme conseguenze l'alleggerimento del muro, lavorando sulle tecniche costruttive più che sul rinnovamento dei materiali, Pietrocola arriva a teorizzare la possibilità per le parti di muro pieno che compongono la sua casa a scheletro, di farli tubolari, vuoti all'interno cioè, coi vani che dal pianterreno o dal sotterraneo vanno a sfondare il tetto, e creano inoltre correnti d'aria tali da consentire, in estate soprattutto, la conservazione dei cibi e il rinfrescamento delle camere superiori.

Il tentativo di proporre un'ossatura del muro, non più inteso come massa inerte ma come organismo dotato di parti *resistenti* distinte da un *riempitivo*, sembra nascere in Pietrocola da una concezione di struttura come *altra* rispetto alla costruzione, compresa in questa ma specifica di essa. Tale concezione fa senz'altro riferimento alla distinzione albertiana tra *ossami* e *ripieni*, laddove i primi sono gli elementi con funzione portante, gli altri le parti di tamponamento tra questi, a loro volta distinti in *involucri* e *riempimenti*. Tuttavia mentre l'autore del *De re aedificatoria* invoca per le due funzioni l'uso di materiali specifici –pietre squadrate e grandi, perfettamente combacianti per pilastri e colonne, pietre di qualsiasi genere per i tamponamenti– l'architetto abruzzese esplicitamente aderisce ad un concetto di resistenza per forma, laddove non è in questo caso importante il tipo di materiale ma la sua quantità, da concentrare nelle zone con funzione statica e limitare invece in tutte le altre. Più che l'Alberti, Pietrcola sembra aver presente i suggerimenti di Vitruvio circa il fatto che la resistenza di un muro rimane praticamente inalterata se, a parità di spessore, lo si svuota con la creazione di nicchie. Poco probabile invece che conosca gli scritti di Viollet le Duc e le sue sottili argomentazioni sulla distinzione tra costruzione e struttura (Di Pasquale, 1996, 397-470).

In linea con le raccomandazioni sulla costruzione del muro a scarpa e tubolare sono le indicazioni che il trattatista vastese dà sui «muri di freno e contrafforti», a cui però dedica un paragrafo a parte, nel proposito, certamente, di partecipare al vasto filone della trattatistica che da sempre li considerava il miglior espediente contro i dissesti da spinta (figura 4).

A partire dagli inizi dell'Ottocento è il manuale di Rondelet a proporre i contrafforti come ottimi sistemi di consolidamento, e a fare eco ad una tradizione costruttiva che da Leon Battista Alberti arriva a Valadier, artefice di una concezione del contrafforte inteso non più soltanto come sorta di puntellatura permanente contro la deformazione delle strutture tradizionali ma anche quale ottimo rimedio contro i terremoti, soprattutto quando così ben ancorati alle murature da fare con esse un solo corpo.

Le strutture orizzontali, ovvero le cupole e le volte «tagliate ad angolo» e indipendenti dai muri

Largo spazio nei *Taluni scritti* è riservato al tema delle volte, di cui l'autore scrive con un continuo rimando tra spunti teorici e opere realizzate (Pietrocola 1969, 38-51). Nella maggior parte dei casi tali opere non sono costruzioni di pianta ma trasformazioni di ambienti più antichi, spesso realizzate con operazioni di snellimento e alleggerimento della costruzione, assunte a uniche garanti di resistenza, comodità ed economia.

Rispetto alla tradizione costruttiva locale, fondata sull'uso ai piani terranei di volte di mattoni o di canne impastate con malta di gesso, gli apporti di Pietrocola fanno riferimento innanzitutto al contenimento della spinta, soprattutto sulle facciate, che continua evidentemente a considerare le più vulnerabili nonostante la loro conformazione a scarpa.

L'espediente che suggerisce è la parziale autono-

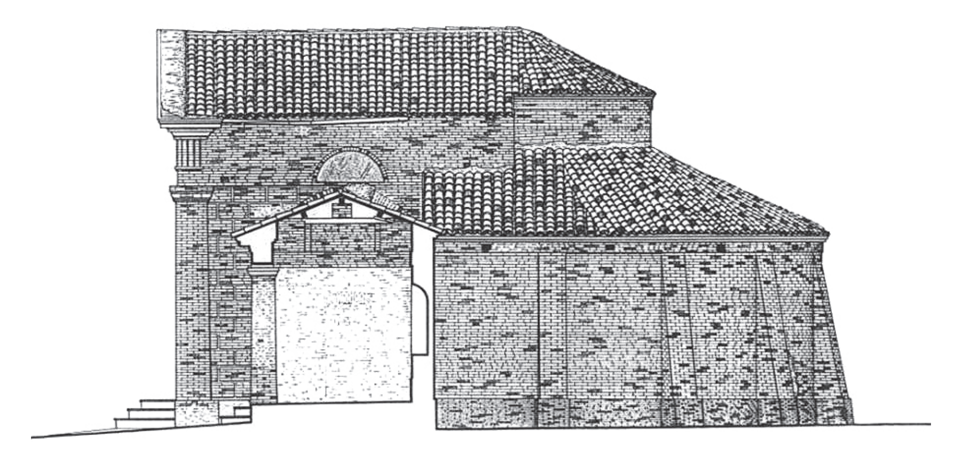


Figura 4
Rilievo dell'abside *a piramide* con contrafforti, della cappella del camposanto di Vasto, realizzato da Pietrocola dopo il 1840 (Serafini 2015)

mia della volta rispetto al muro, da realizzare secondo due modalità distinte. La prima coincidente col sistema che dice dei «gattoni appresati ai muri», ossia sporgenze realizzate con tre o quattro filari di mattoni orizzontali appositamente predisposti; la seconda, impegnativa ma più stabile di quella che faceva uso dei «peducci» per impostare le crociere, soprattutto ai piani terranei, corrispondente alla messa in opera di «pilastrini poggianti a terra» e distanti cinque o sei palmi dai muri d'ambito, su cui poggiare le vele di copertura del vano. Ad esempio di questa modalità Pietrocola cita, orgogliosamente, la volta costruita nel salone delle feste del palazzo Genova Rulli, a Vasto, realizzato con la trasformazione di un antico convento domenicano. Qui, la grande copertura a padiglione affrescata che chiude il salone delle feste, è impostata su travi che «tagliano a petto» i quattro angoli del vano, smussandone gli spigoli per ricavarne una forma ottagonale, utile a scaricare dalle spinte i muri d'ambito e la lunga facciata principale rispetto a cui il salone corre parallelo (figure 5-6).

Se efficace su tutte le volte, la soluzione dei pilastri angolari è ancor più raccomandata da Pietrocola sulle volte dei vani d'angolo, gestibili in questo caso con un solo pilastrino da porre alla cantonata, lontano cinque o sei palmi dai due muri d'ambito, e raccordato ad essi con due piccole volte a botte ribassata a congiunzione della volta del vano. Il tutto ancor più efficace, nei tanti esempi di realizzazioni che porta, se associato all'uso supplementare di catene di ferro da inserire nel corpo delle pareti angolari.

La corrispondenza tra materiali e forme viene applicato dal trattatista vastese anche alla costruzione di sistemi complessi come le cupole, studiate con una padronanza legata all'esperienza della ricostruzione del coro della duecentesca chiesa di S. Maria Maggiore a Vasto, avviata su suo progetto alla fine degli anni Trenta e che lo aveva messo proficuamente in contatto con la migliore classe tecnica del meridione d'Italia: quella formata, dagli inizi del XIX secolo, nelle più importanti scuole del Regno di Napoli, a soddisfare i nuovi bisogni della società nata dall'Illuminismo.

Per argomentare –dopo più di vent'anni dalla conclusione dei lavori al coro della chiesa vastese– sulla bontà delle scelte fatte e delle sollecitazioni teoriche intervenute, Pietrocola si appoggia alla vicenda della cupola di S. Pietro a Roma, cui dedica un intero capitolo dei suoi scritti. Sul mai concluso dibattito relativo a tale vicenda, l'architetto abruzzese si mostra orgogliosamente informato, e vi interviene col piglio di chi, avendo un'esperienza propria delle costruzioni, può rivendicarsi non solo il diritto di giudicare Michelangelo –colpevole a suo parere di non aver saputo far tesoro della convenienza costruttiva del gotico– ma anche il dovere di trarre spunto dagli errori altrui per la formulazione di nuove proposte.

Con alterigia forse eccessiva, Pietrocola arriva ad imputare i problemi statici della cupola romana



Figura 5
Fotografia del salone delle feste del palazzo Rulli, con la volta ottagonale vista dal basso



Figura 6
Fotografia del salone delle feste del palazzo Rulli, dettaglio dei pilastri angolari

all'eccessivo peso della calotta esterna; se questa fosse stata realizzata con struttura tubolare, e quindi leggera, non avrebbe certamente richiesto i cerchioni appostivi nel Settecento secondo le direttive del matematico Poleni (Varagnoli 2003, 100-107). Un rimedio, quello dei cerchioni, peraltro inefficace, secondo lui, se non supportato da provvedimenti supplementari, consistenti nell'alleggerimento degli arconi che sorreggono la cupola, con la foratura dei muri sulle cime di essi per tutta l'ampiezza possibile.

Per evitare che nella costruzione delle cupole si incorra nei problemi statici che la stessa cupola di S. Pietro ha avuto, nonostante l'ingegno del suo autore, Pietrocola propone un sistema di tre calotte sovrapposte, laddove quella interna e visibile dovrà intendersi come una fodera da costruire «in mattoni in piatto a gesso», mentre alle altre due competerà la funzione di copertura vera e propria; una copertura a due strati, dunque, ognuno dello spessore di un palmo o poco più, da collegare mediante setti murari spessi due palmi, orientati secondo piani passanti per il centro e di numero, sempre multiplo di quattro, proporzionale all'ampiezza della cupola. Per il maggiore equilibrio di un sistema così inteso, Pietrocola arriva a confutare la successione tutto sesto-sesto acuto della cupola petriana a favore di una soluzione invertita, laddove è la calotta inferiore ad avere un sesto più rialzato di quella superiore, in modo da frenarne e contenerne la spinta. L'efficacia di un sistema così inteso potrà, inoltre, essere esaltata dalla posa in opera orizzontale dei materiali, apparecchiando cioè questi in maniera che la struttura risulti compressa verticalmente e non obliquamente, come avverrebbe con cunei tendenti ad un centro. Si avrebbe inoltre il vantaggio supplementare di legare i materiali senza dover ricorrere a «tutta quella squisitezza di lavoro e di taglio che necessariamente richiede un muro con materiali inclinati».

L'espediente di «spenzolare» i conci, apparecchiandoli cioè su letti orizzontali progressivamente sfalsati rispetto ai filari inferiori, è una costante delle raccomandazioni di Pietrocola in tema di archi e cupole; un espediente, tra gli altri, che gli consente di eludere i problemi statici inerenti la costruzione di essi, trovando conforto in una tecnica costruttiva antichissima, largamente sperimentata anche in Abruzzo, per la riproposizione di volte con scarsa o nulla capacità portante, perciò dette *false*, ma dotate di tutti i requisiti di solidità, robustezza ed economia che si addicono a fabbriche moderne.

La successione «curva gotica-curva tonda» che Pietrocola suggerisce per le cupole si inverte per la costruzione del «piedritto» di queste, così egli chiama il tamburo, pensato come un sistema di arcate sovrapposte, due per ogni coppia di piloni, laddove la prima sarà costruita «tonda», cioè a tutto sesto, e con materiali posti in opera orizzontalmente almeno fino a metà della sua altezza, mentre l'altra, sopra, sarà acuta quanto serve per raggiungere l'altezza desiderata e con mattoni, questa volta, orizzontali fino al serraglio: il tutto non solo con il vantaggio di risparmiare materiale, essendo il vano tra i due archi di semplice tompagno, ma anche quello, prezioso, di

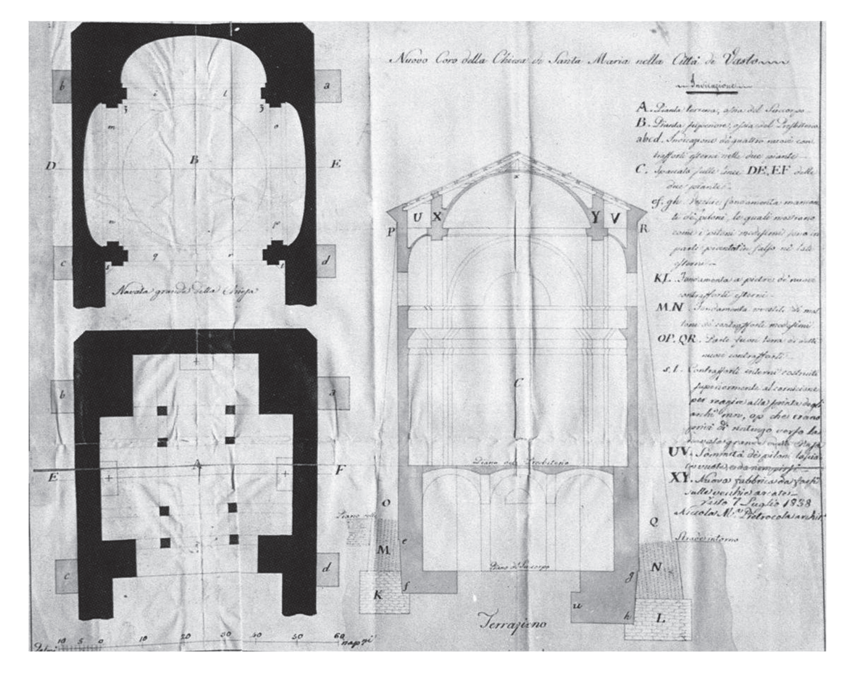


Figura 7
Progetto del nuovo coro della chiesa di S. Maria Maggiore, Vasto, 1838. Archivio di Stato di Chieti, *Intendenza Affari Ecclesiastici*, b. 12/3

garantire, con l'uso dell'arco a sesto acuto tra la cupola e l'arco tondo, sia maggiore resistenza al peso e alla spinta della copertura, sia minore pressione rispetto ai muri sottostanti, tanto più se questi dovranno riempirsi di «fabbrica massiccia» per ospitare cornicioni o altri elementi decorativi.

In questa commistione tra archi tondi e acuti, tra maniera romana e gotica, Pietrocola prende decisamente partito per la seconda, pensando le volte come involucri il più possibile sottili, irrigiditi da costoloni e poggianti su masse murarie soltanto all'apparenza massicce, giacché sapientemente svuotate e capaci di assorbirne le spinte non tanto in virtù del loro peso, come nella concezione classica dello spazio architettonico, quanto grazie alla loro forma. Questo gioco tra forma e struttura, mirato all'eliminazione del superfluo a vantaggio del massimo risultato col minimo impiego di risorse, non risparmia la stessa costruzione dei pennacchi «che chiamano comunemente pèttine», agli angoli dove le arcate si riuniscono per formare il tondo del tamburo: perché le azioni spingenti siano ridotte al minimo è difatti necessario che anch'essi siano costruiti col sistema dei mattoni orizzontali, progressivamente sporgenti verso l'interno fino a definire la curva del tamburo, esattamente come praticato con successo nella ricostruzione del coro della sopradetta chiesa di S. Maria Maggiore (figura 7).

Lo stretto legame tra economia e robustezza che accompagna tutta l'opera di Pietrocola supporta, infine, anche la forma a costoloni che egli propone per la faccia esterna della cupola, laddove le zone corrispondenti ai setti verticali vengono raccordate da piani inclinati utili a convogliare le acque piovane e ad allontanare l'umidità tanto dai costoloni che dalla cupola interna. Per la forma di queste cupole, «gonfiate come palloni fuori del piombo della loro base», il riferimento è ai Turchi e alla loro perizia nell'uso e nella lavorazione del legno. La sfida che però propone è la loro traduzione in fabbrica, e non certo solo per il fatto legato al più facile convogliamento delle acqua piovane e all'allontanamento dell'umidità dalla cupola interna.

PONTI E «MACHINE»: RINNOVARNE LA TRADIZIONE MA NON TROPPO

Il proposito di partecipare alla divulgazione di una nuova arte costruttiva è confermato da Pietrocola anche quando argomenta dei prodotti che il diffondersi delle tecnologie legate all'uso del ferro proponeva a soddisfacimento di istanze fino a quel momento mancate (Pietrocola 1869, 52-72).

E' in quest'ottica che ad esempio parla nei *Taluni scritti* dei ponti in costruzione nel Regno di Napoli, intervenendo nel dibattito in corso da qualche decennio sul tracciamento di nuove vie di comunicazione.

Come è noto, questo dibattito aveva trovato il suo punto di avvio nelle discussioni intorno alla costruzione del *Real Ferdinando* sul Garigliano, nei pressi dell'antica Minturnae, nel Lazio: primo ponte sospeso realizzato in Italia, su progetto di Luigi Giura, tra il 1828 e il 1832. L'uso del ferro, e la straordinaria soluzione proposta da questi, in veste di ingegnere di Ponti e Strade, aveva avuto infatti un grande impatto nell'ambiente scientifico, anche per i vantaggi economici rispetto ai tradizionali ponti in pietra. E' a partire da tale esempio che il governo borbonico aveva promosso la realizzazione di altri ponti pensili su alcuni dei principali fiumi del Regno, oltre che sul Calore e il Sele in Campania, anche sul fiume Pescara in Abruzzo, dove, sempre a firma di Luigi Giura, un ponte pensile in ferro avrebbe dovuto sostituire nell'antica piazzaforte della città un precedente ponte in legno distrutto da un'alluvione (Parisi 2003).

Contravvenendo alla sua apertura verso i nuovi mezzi dell'arte costruttiva, Pietrocola non si mostra però affatto vicino alle esperienze dei ponti in ferro, probabilmente perché la sua ibrida formazione non gli dà la piena consapevolezza delle loro potenzialità, in questo risultando distante e di fatto *provinciale* rispetto agli ingegneri del Regno, Luigi Giura in testa, che tali strutture andavano con successo sperimentando. Anzi, la resistenza al nuovo materiale da parte sua è netta, e sembra trovare una giustificazione nei problemi di stabilità che avevano dato i primi ponti in ferro, con quello a stralli rigidi sul fiume Saale, in Germania, crollato nel 1825 ad un solo un anno dalla sua costruzione, e destinato a fare da cassa di risonanza al precedente crollo di una passerella pedonale di cento metri di luce sul Tweed River, in Inghilterra.

Nel 1850 era anche crollato, causando molte vittime, il ponte sospeso di Angers in Francia, portando in tutta Europa una quasi totale sfiducia nell'efficienza delle strutture pensili. L'anno dopo, la distruzione, a causa di un violento nubifragio, del ponte Maria Cristina sul Calore, aveva rincarato la dose in Italia, decisamente riabilitando la bontà e sicurezza dei ponti in muratura.

Nei sui discorsi sui ponti Pietrocola dimostra una buona dimestichezza con i problemi legati all'uso del ferro e al perfezionamento delle sue tecnologie. Il dibattito internazionale gli era sicuramente noto attraverso i riferimenti alle esperienze europee contenute nei trattati di architettura di Francesco de Cesare e Nicola d'Apuzzo, entrambi pubblicati a Napoli negli anni in cui maggiore, per motivi scolastici, era la sua frequentazione della capitale. L'informazione su quello che succede in Europa è provato anche dalla citazione, nei *Taluni scritti* dei ponti di ferro su piloni a fabbrica di *Robert Stephenson* (1803-1859), l'ingegnere inglese considerato l'inventore dei ponti metallici a travi tubolari: tipologia che insieme a quella dei ponti a travi reticolari con pilastri a graticcio, era proposta, a partire dalla metà del XIX secolo e con lo sviluppo delle ferrovie, come la più valida alternativa a quella dei ponti pensili. Citando il *Britannia Bridge,* realizzato nel 1850 dal tecnico anglosassone sulla Baia di Conway, tra il Galles e l'Isola di Anglesey, Pietrocola prende decisamente partito per il ponte tradizionale, opponendo all' enorme congegno di tubi in lamiera del ponte inglese, una soluzione in muratura più stabile e più economica, consistente in un ponte a due sole grandi arcate, ciascuna con una corda di 560 palmi circa (150 m) e di sesto ribassato.

Probabilmente Pietrocola conosceva il modello di ponte in muratura alla Perronet, dal nome dell'ingegnere francese Jean Rodolphe (1708-1794), autore del ponte della Concordia a Parigi. E sembra questo modello a fare da filo conduttore di tutti i suoi discorsi, riconducendo di fatto tutta la trattazione sui ponti ad un discorso di buona arte costruttiva.

In questo discorso il numero e la forma delle arcate, con profilo ribassato o di pieno centro o gotico, è dettata dall'altezza del ponte e l'ampiezza del fiume, e i materiali sono la pietra e i mattoni, apparecchiati esattamente come nella costruzione degli archi e volte delle case, orizzontalmente fino alle reni e poi inclinati fino alla chiave, facendo attenzione sui piloni a rastremare se necessario gli spessori col procedere dell'altezza e a caricarli adeguatamente per garantir-

ne la stabilità. Gli altri materiali, in questo contesto, hanno solo un ruolo complementare per quanto importante. Così per il ferro, soprattutto, indicato per le «catene spezzate alle reni» che dice sempre necessarie ad «armare» le arcate, alludendo ad una forma *a braga* come quella usata nel consolidamento del coro di Santa Maria; e così, ma con un ruolo prevalentemente funzionale, anche per il legno, raccomandato a soddisfazione della disposizione ministeriale (sic!) «secondo la quale bisogna dilatarsi i ponti sui fiumi a comodo dei comuni». Cosa che, per risparmio di spesa, propone di fare dilatando il ponte stesso con costruzioni in legno in aggetto, fatte passare sotto le rotaie nel caso di ponti ferroviari, e i parapetti laterali a fabbrica, ad uso di pedoni, animali, o carrozze.

Nessun calcolo Pietrocola porta a sostegno dei suoi discorsi né, ovviamente, nessuno disegno, data la cecità, può soccorrerlo per proporne la più chiara intelligenza.

Rimane tuttavia indubbia la capacità di argomentare sulle principali questioni che accompagnavano all'epoca le trasformazioni del territorio e il rinnovamento dell'arte costruttiva, e farsene autorevole testimone.

Bibliografia

Fonti

D'Apuzzo, Nicola. 1824-1831. *Considerazioni architettoniche*. Napoli: Reale.

De Cesare, Francesco. 1827 *Trattato elementare di architettura civile*. Napoli: Reale.

Fortini, Pasquale. [1805] 1984. *Delle cause de' tremuoti e loro effetti. Danni di quelli sofferti dalla Città d'Isernia fino a quello de' 26 luglio 1805*, Isernia.

Masi, Girolamo. 1788. *Teoria e pratica di architettura civile per istruzione della gioventù specialmente romana*. Roma: Fulgoni.

Milizia, Francesco. [1781] 1847. *Principi di architettura civile.* Milano: Pirotta.

Pietrocola, Nicola Maria. 1869, *Taluni scritti di architettura pratica*, Napoli: Stamperia del Fibreno.

Rondelet, Jean-Baptiste. [1802-1818] 1832. *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*. Mantova: Negretti.

Valadier, Giuseppe. 1790-1810. *Raccolta di diverse invenzioni di n. 24 fabbriche contenenti chiese ospedali palazzi casini di campagna ed altre incise a bulino in n. 24 tavole con le loro respettive piante e spaccati*. Roma: Feoli.

Valadier, Giuseppe. 1828-1839. *L'architettura pratica dettata nella Scuola e Cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca*. Roma: Società tipografica.

Vivenzio, Giovanni. 1788. *Istoria de' tremuoti avvenuti nel 1783 e di quanto fu fatto fino al 1787*. Napoli: Reale.

Letteratura moderna

Barucci, Clementina. 1990. *La casa antisismica. Prototipi e brevetti. Materiali per una storia delle tecniche e del cantiere*. Roma: Gangemi.

Ceradini, Vincenzo y A. Pugliano A. 1987. «Tecniche premoderne di prevenzione sismica». En *Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione dei sistemi costruttivi tradizionali in muratura*, Atti del convegno di studi (Bressanone 23-26 giugno 1987), 329-343. Padova: Libreria Progetto.

Di Pasquale, Salvatore. 1996. *L'Arte del costruire tra conoscenza e scienza*, Venezia: Marsilio.

Gizzi, Stefano. 1987. «Speroni e contrafforti di restauro in laterizio e in pietra tra Settecento e Ottocento: casistica e manualistica nel Lazio e nell'Abruzzo». En *Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi costruttivi tradizionali in muratura*, Atti del convegno di studi (Bressanone 23-26 giugno 1987), 71-80. Padova: Libreria Progetto.

Naccarella, Giovanna. 2009. *Da avamposto difensivo a fondale di piazza. Il castello caldoresco di Vasto*.Vasto: Cannarsa

Ortolani, Mario. 1961. *La casa rurale negli Abruzzi*, Firenze: Olschki.

Pallottino, Elisabetta. 1989. *La pratica dell'architettura nei manuali e nella letteratura tecnica tra Settecento e Ottocento. Note su alcune fonti del Manuale del recupero del Comune di Roma* in *Manuale del recupero del Comune di Roma*, 49-59. Roma: Dei .

Parisi, Roberto. 2003. *Luigi Giura 1795_1864. Ingegnere e architetto dell'Ottocento*. Napoli: Electa.

Serafini, Lucia. 2015. *Nicola Maria Pietrocola. Architetto e teorico nel Mezzogiorno preunitario*. Roma: Gangemi.

Thoenes, Christof. 2011. *Introduzione* in *Teoria dell'architettura.117 trattati dal Rinascimento a oggi,* vol.1: 8-19. Köln: Tachen.

Tobriner, Stephen. 1997. «La casa baraccata: un sistema antisismico nella Calabria del XVII secolo». *Costruire in laterizio. Rivista di storia e tecnica*. 56: 110-115.

Varagnoli, Claudio. 2003. *Teoria ed empiria dal Settecento all'Ottocento,* in *Trattato sul consolidamento,* 100-107. Roma: Mancosu.

Varagnoli, Claudio. 2008. *La costruzione tradizionale in Abruzzo. Fonti materiali e tecniche costruttive dalla fine del Medioevo all'Ottocento*. Roma: Gangemi.

Errores de cálculo y de construcción según las visuras de las iglesias parroquiales tarraconenses en el siglo XVIII

Anna Isabel Serra Masdeu

En el artículo se exponen algunos de los problemas que se encontraban los arquitectos y maestros de obras del siglo XVIII al visurar ciertas fábricas religiosas de la archidiócesis de Tarragona (España). Aquí se explicarán los errores constructivos más frecuentes detectados después de que los maestros hubiesen estudiado detalladamente esos monumentos recién acabados.[1]

Visura y visuradores como garantía de la obra: cláusulas y pactos

El resultado estético final de una fábrica podía no acercarse, en algún detalle, al que se había pactado en el contrato inicial. A veces, había que cambiar parcialmente, y sobre la marcha, el plano escogido debido a que aparecían algunos problemas que obligaban a vislumbrar nuevas soluciones para mejorar la obra. Algunas transformaciones aplicadas eran consensuadas y se practicaban a medida que iban apareciendo.

Con el Evangelio usado como testimonio sagrado y una vez practicado la señal de la Santa Cruz los maestros contratados para revisar el trabajo de sus colegas de profesión (normalmente amigos o maestros conocidos) empezaban, tal como lo habían hecho sus padres y sus abuelos, a enumerar lo que creían dudoso en el análisis de la fábrica recién observada. Para el visto bueno definitivo era necesario que se hubiese conservado la taba (es decir, el conjunto de las condiciones y los condicionantes a seguir en la obra) y los planos originales con los que partía el maestro de casas. En algunas localidades se ha descubierto que los planos debían estar bien guardados en un cajón de algún armario de la sacristía u otro lugar escogido sólo para esta función. Son muy pocos los documentos que mencionan esta deferencia y respeto hacia este tipo de patrimonio. Cabe recordar que los arquitectos académicos colocaban y trasladaban (en el siglo XVIII) sus planos dentro de tubos de hojalata. Cuidar los planos y los contratos relativos a la obra era una manera de proteger y asegurar (en el tiempo) la veracidad de lo que se estaba construyendo.

Los administradores que acudían al notario a registrar la taba con el empresario, previa subasta de la obra y aceptación de la traza correspondiente, no dudaban a la hora de redactar una cláusula que les beneficiaba en cuanto a la resolución de problemas con el maestro o arquitecto escogido. Este sistema era el correcto para evitar justamente los futuros errores que pudiesen romper la buena dirección que tomaba una obra y no variar, de manera abrupta, la opinión de algún maestro o el espíritu corporativo de los gremios. Para solventar algunos de estos errores se recurría ya, en el momento de firmar el contrato, a la amistad entre constructores ya que ésta debería allanar, en caso de dilemas las posibles diferencias entre contratado y promotor.

Ante cualquier recelo para pedir la opinión de algún reconocido especialista en materia arquitectónica

no era imprescindible llegar hasta la consecución final de la obra. De vez en cuando aparecían errores que obligaban a los comitentes a indagar cual sería la mejor solución para evitar problemas más graves. Esta situación podía tener mil caras o nacía a partir de la enemistad o disparidad de criterios cruzados entre maestros y los encargados de pagar la obra o de diferencias entre el maestro director y los obreros contratados generados a partir de cualquier sospecha. Los maestros sabían que, muy a su pesar, se podía llamar a cualquier constructor para que reconociese progresivamente su trabajo. Entre la parte contratada y la contratante surgían, con el paso de los años, numerosas discusiones de apariencia muy dispar que podían acabar despidiendo al director de la construcción o preparando otra nueva subasta, y por consecuente, otro nuevo ejecutor del contrato.

El factor humano era una variante más a tener en cuenta. Así, para la reforma del tejado de la iglesia del Montmell, hoy abandonada, no se esperó al especialista llamado expresamente para que orientase el buen avance del trabajo de los maestros que estaban alzando el edificio. Ellos habían decidido continuar sin esperar al técnico que valoraría si los pilares soportarían el peso del nuevo tejado y que en ese momento suponía una grave duda. Para eso, a pesar de saber el parecer de los maestros Isidro Güell, maestro de casas del Vendrell o de Sebastià Tous, maestro de casas del Pont de Armentera, se llamó a otro especialista, Pere Vilardell, de Vilanova, quién llegaría un día más tarde de lo convenido y a pesar de este retraso la obra no sé paró y continuó igualmente. El nuevo especialista indicó que la obra se hallaba en perfectas condiciones.

La administración de la obra dejaba por escrito en la taba las veces que podían pedir una valoración de lo que se estaba alzando dejando una puerta abierta al azar por lo que pudiese ocurrir. Los administradores de la iglesia de Rocafort de Queralt podían ejercer este derecho incluso hasta seis veces. Si al realizar una supervisión todo estaba correcto el maestro no tendría que pagar nada; si se encontraban faltas de gravedad entonces los otros maestros empleados decidirían el valor de lo que se tendría que variar, y por tanto, pagar a los comitentes de la iglesia.[2] Las previsiones para no dejar la nueva estructura con fallos irremediables también quedaron claras en el contrato de la iglesia de Sarral.[3] En el punto 32 del contrato se avisaba al empresario de la obra que dispondría de dos años desde la finalización de la fábrica en adelante para subsanar cualquier problema que surgiese. Sólo se perdonaría al maestro que los posibles problemas aparecidos fuesen causa de algún terremoto, incendio o debidos a alguna guerra. Si la obra manifestase algún tipo de movimiento, el empresario y sus fianzas lo pagarían de su bolsillo hasta que quedase con la perfección debida.

Normalmente quién correría a cargo de los gastos de la supervisión era el director de la fábrica, si a ésta se encontraban defectos (por ejemplo, el empresario se haría cargo de las dietas de los maestros forasteros, del alquiler de las mulas para llegar a ese pueblo y de otros gastos no programados que pudiesen surgir). Estas circunstancias quedaban precisadas en la taba (capitulación) inicial. A veces ya se advierte de cuáles eran los principales problemas que la administración podía encontrar. Y que, a menudo, eran los siguientes: la mala calidad y uso indebido de los materiales o de su tipología, o no seguir las dimensiones de la traza (errores que implicaban el aumento de los caudales públicos). Si era culpa del maestro, o se le responsabilizaba del resultado de lo estudiado este debería pagaría los errores cometidos, subsanándolos y aceptando también los gastos de la persona llamada para resolver el problema.[4]

Por ejemplo, los administradores de la fábrica de la parroquial de San Nicolau de la Riba tenían muy claro que lo principal para su iglesia era la hermosura, la perfecta acomodación de la obra y la fortaleza de la misma; entonces cualquier transgresión de estos elementos sería un motivo clave para formar un tribunal de uno o varios miembros para que cotejase construcción y planos. Si todo era correcto el director recibiría una gratificación puesto que estaba haciendo lo adecuado, lo indicado en los planos. De no ser así pagarían los gastos los encargados de la empresa.

En caso de tener que parar la obra para observarla detalladamente se podía avisar al maestro de obras dos meses antes y se le pagaría todo lo que hubiese hecho hasta ese día, siguiendo siempre la opinión de dos maestros contratados para ese trabajo. Si se quisiese continuar el edificio, que se suponía parado, también se llamaría al maestro dos meses antes. Este procedimiento se llevó a cabo para la iglesia parroquial de Figuerola en 28 de agosto de 1781.

La administración directora de la construcción podía tener otro as en la manga para usarlo cuando de-

cidiese, por ejemplo, sin decir nada, ni anunciarlo previamente, e incluso podía seguir la contratación de otro maestro para reconocer lo trabajado cuando se dudaba de la pericia del director de la iglesia.[5]

Cuando surgían las dudas sobre lo levantado se buscaba a los mejores expertos (o al menos los más conocidos) para obtener las respuestas más acertadas aunque el coste de los técnicos podía variar desde unas libras, al pago de su transporte o a una buena ración de chocolate (tal como lo pedían los maestros en algún caso). Los técnicos más prácticos y más excepcionales, seguían siendo los frailes fabriqueros aunque los documentos de algunas localidades ni anotaban su nombre. En el transcurso de las obras de la parroquial de Santa Maria de les Borges del Camp llamaron a dos frailes descalzos (no especificados) para evaluar la progresión del monumento.[6] También hay algunos escultores que dejaban su oficio momentáneamente para manifestar su opinión en arquitectura. Tal es el caso de los hermanos académicos Lluís y Francesc Bonifàs que a menudo aparecían registrados como fianzas de los maestros que aceptaban las subastas de obras. Así pues se convertían en una especie de asesores de cada fábrica en caso de necesidad.

Un buen momento para pedir ayuda externa era cuando la obra estaba detenida y urgía continuar las obras mediante una nueva subasta ya fuera porque se había llegado a la fecha programada o había que dejarla un tiempo por falta de dinero. Era una buena ocasión para saber si la parte construida mostraba buena salud material y técnica y era óptima para continuarla. A veces, la búsqueda de maestros de reputada categoría era más que necesaria al tener que parar la obra en un punto determinado. Así ocurrió en 1782 cuando en la iglesia ya citada de Figuerola querían saber qué debían hacer con la portada, especialmente a la hora de avanzar la fachada.[7] Por lo visto las portadas se dejaban muy a menudo para la fase casi final de la obra y se firmaba el contrato sin esa parte.[8] En Sarral, a mitad del siglo XVIII, se le dijo a los maestros de casas Domingo Tomás y Francisco Camps, de Cervera que faltaba la planta de la fachada principal. Así pues la dirección de la fábrica le indicó que ya encargaría una traza a su gusto y se entregaría al maestro.

Si un maestro no tenía una sólida formación pero necesitaba trabajar y consolidar su aprendizaje o carrera podía fingir su formación aunque en más de una ocasión eran detectados por otros maestros que habían tenido problemas con ellos en anteriores trabajos conjuntos. Evitar estos falsos técnicos repercutiría también en un buen resultado final de lo contratado. Se conocen casos en los cuales cierto maestro que tenía dificultades de visión, bastante graves, quería trabajar como fuese debido a su economía o incluso querían participar en obras a pesar de su avanzada edad. Mientras, usaban de otras artimañas para inventar alguna estrategia para realizar una fábrica debido a su precaria economía o no dudaban en buscar alternativas para presentar sus candidaturas y ganas de trabajar aunque su salud y fuerza física fuesen precarias.

Cambios preparados sobre lo construido: teoría y práctica

Todo los condicionantes ya citados influían radicalmente en que la iglesia manifestase posibles y graves deficiencias entre lo planificado y lo entonces visible. A pesar de que en el contrato se procuraba no dejar ningún cabo suelto para cualquier situación imprevista ya se ha visto que podía existir algún golpe de timón en cuanto a la práctica a seguir bastante radical. Por ejemplo, en la iglesia de Solivella cuando ya se había aceptado la capitulación, el maestro de la futura empresa propuso variar la hornacina de la fachada; él la prefería más ancha y espaciosa. El 10 de mayo de 1771 se aprobaba este aspecto incluyendo también la cantidad económica que supondría añadir este cambio estético.[9]

En realidad, lo que podía ocurrir en cada fábrica se convierte en una historia particular y única. Partiendo de esta premisa nos encontraremos con templos parados nada más empezarlos por no encontrar adecuados sus cimientos, por no tener la profundidad requerida o con obras que se frenaban porque el maestro director prefería estar en otras mejor pagadas y, además, pagadas puntualmente. De esta manera cada monumento era creador de su propia dinámica de cambios y de proposiciones de rectificaciones que sugerían otros técnicos llamados para este fin. Para la iglesia de los Garidells acudieron los maestros de casas Josep Verdala, de Reus y Cristóbal Guinovart, de Constantí con la misión expresa de valorar solamente los materiales aplicados a la obra levantada sin hacer un presupuesto del frontis de la misma. Lo gas-

tado hasta el día 11 de septiembre de 1757 en la iglesia del pueblo, hoy totalmente transformada, alcanzaba 399 libras, 16 sueldos barceloneses.[10]

El problema se hacía mayor si el director de la parroquial transformaba algunos elementos de la obra sin avisar a los contratadores, porque él creía que mejorarían al construirlos de manera diferente a la establecida. De ser así, tendría que explicar muy bien su nuevo posicionamiento, ya fuese por qué partía de un error previo, bien de un defecto, etc. que le obligaba a reinventar, camuflar o transformar el problema en un acabado impecable.

Para la iglesia parroquial de San Nicolau de la Riba los administradores le dijeron a su futuro maestro en la capitulación que el empresario no debía realizar la portada según estaba delineada ya que, de momento, decidía no ejecutarla. Cuando se trabajase en la fachada y se necesitase una respuesta se decidiría la opción que habían tomado que era otra diferente a la dirección que tenía dibujada.[11]

Estos cambios también los podía decidir la administración por cuestiones puramente estéticas o de variación de una determinada perspectiva. Para la iglesia parroquial de Picamoixons se le comentó al empresario de la iglesia que aunque el perfil de la elevación del tejado era más alto que el del frontis, debería subir este cuatro palmos más para poder colocar la madera correctamente y que el tejado no se viese desde la plaza.[12] De esta manera se modificaría un defecto visual ya que parece indicar que la iglesia quedaba a un nivel parecido al conjunto de los edificios que lo rodeaban o incluso se hacía poco visible tal como exigían las normativas en materia de construcción religiosa. No sería la única modificación que había programado la dirección de la fábrica.

Para el templo de Rocafort de Queralt los administradores dejaron una parte de la obra en poder de la imaginación o de la improvisación. En la taba se indicaba que aunque no había plan y perfil del frontis del edificio se le permitió al futuro director que usase la piedra picada para acabar esta parte del monumento.

Los regidores de Barberà de la Conca tendrían todo el derecho de poder variar o alterar lo que creyesen oportuno siempre y cuando lo llevase a cabo el empresario de la iglesia pagándole o restándole lo correspondiente.[13] Aquí la visura se pagaría a medias y no totalmente por parte del maestro. Se advertía al maestro que para evitar problemas que se ciñese a lo escrito en la taba si no quedaba claro lo presentado en el plano.

En el pueblo de Viñols (i els Arcs) los regidores de la casa del común quisieron tener atados y muy bien atadas las futuras transformaciones puesto que en la redacción de las cláusulas del contrato advertían que el director de la fábrica recibiría un papel con la orden de las reformas pactadas firmado por los regidores. Como siempre se le daría o restaría una parte de la paga según el resultado final fuese bueno o mejorable:[14]

> Sàpia lo impresari que si en lo temps de la construcció se reparàs lo haver de aumentar, esmenar, disminuir, o mudar alguna cosa de lo que va delineat ab los plans y alçats per lo Ilustre Ajuntament de Batlle, Regidors y Síndich Procurador de la present vila, deurà lo impresari executarho, prenent un paper del orde del que dega variar, firmat dels referits, que ab ell se li abonarà, o rellevarà lo que se li disminuesca.

En algunas fábricas sólo se sabrían las consecuencias de las decisiones tomadas para la ubicación de los edificios unos siglos después. En los últimos años del siglo pasado se tuvo que fortalecer el campanario y la fachada de Rocafort de Queralt ya que la torre sufría un continuo proceso de inclinación. El equipo de restauración y los arquitectos tuvieron que fortalecer esa parte del edificio puesto que los maestros del siglo XVIII construyeron la torre sobre un terreno poco firme. Justamente debajo de la torre existe una galería subterránea que ocasiona este desvío.

«Ajustados a Dios, a sus conciencias y a las reglas de su arte»

Antes de empezar la revisión del edificio seguía una especie de ritual burocrático en el cual el notario empezaba registrando la valoración de los maestros anotando que las opiniones que seguirían eran «ajustados a Dios, a sus conciencias y a las reglas de arte». Esta fórmula mostraba alguna variable según el escribano que la registraría en los protocolos notariales. Los maestros convocados quedaban directamente en la casa del notario como punto de encuentro de los expertos. Antes de indicar cuáles eran los errores que encontraban los colegas del gremio es necesario indicar, a través de ejemplos, cual era la dinámica de

revisión que aplicarían a rajatabla los maestros. En la visura de la iglesia parroquial de El Morell se buscaría una nueva opinión sobre lo que los maestros los hermanos maestros que construían la fábrica de El Morell, Cristòfor, Lluís e Hipòlit Guinovart gracias a colegas de profesión como Jordi Miralles (maestro de casas de Tarragona, de 48 años) elegido por los Guinovart y el maestro Pere Sans (con 42 años y oriundo de Vilallonga) que fue llamado por parte del ayuntamiento del Morell para que reconociesen la iglesia.

Con el plano de la iglesia y sus capitulaciones en la mano lo primero que hicieron fue medir la obra y contrastarla con lo escrito. Los técnicos finiseculares sentenciaron que era imprescindible la ejecución de dos canales para desviar el agua del tejado y sólo encontraron otros pequeños defectos que no deberían solventar económicamente. Los hermanos maestros de obras hicieron mejorías como por ejemplo el haber arrancado, desbastado, picado y asentado la piedra de una grada y la tarima del presbiterio. A pesar de lo convenido inicialmente los empresarios tuvieron que adaptar lo aceptado; por ejemplo, la administración pidió que la iglesia tuviese un palmo más de ancho y otro de largo. A pesar de este problema, junto con el notario y dos testimonios más, aceptaron que a los maestros se les entregarían ciento treinta y ocho libras.

Los directores de las fábricas sabían que la parte contratante podía pedir algunas cláusulas diferentes a las usadas en la construcción de otros templos. En el contrato de la iglesia de Cabra el nuevo director tendría que pasar un examen cuando la obra tuviese 15 o 20 palmos de alto; si todo estaba correcto se pagaría la revisión a partes iguales.[15]

Al examinar la fábrica de Solivella acudieron, en 1780, los maestros Jaume Monguillot, de El Aleixar y el vallense Jaume Gatell para revisar los defectos y los aciertos de la obra que había dirigido el maestro de casas Ramon Sanahuja de ese mismo pueblo. Monguillot fue el escogido por parte del Ayuntamiento y Gatell por parte del director de la fábrica. La visura efectuada a 20 de septiembre de 1780 partía de fallos menores como el haber revestido con cal el interior del edificio (trabajo que no se hallaba en lo pactado) cosa que le haría perder 100 libras. Al maestro también se olvidó de ejecutar la bóveda del reloj con lo cual perdería doce libras, así pues era casi «un mal menor». El dintel del portal mayor no estaba bien asentado ni las cartelas de los lados, por esto le restarían 20 libras. En cuanto al enladrillado del suelo de la nave las losas no mostraban un estado óptimo. A menudo los maestros contrataban todo tipo de material de no tan buena calidad para el enlosado, a veces eran piezas defectuosas y que podían sacar a menos precio; este error le costaría dos libras y diez sueldos.[16] Más grave era no aplicar las medidas dictaminadas en el plano; el director de esta fábrica varió lo que se le proponía. Desde la nave principal hasta el suelo cambió, disminuyendo medio palmo lo dibujado cosa que hizo que la iglesia mostrase un palmo más de largo y un palmo más de ancho. El Ayuntamiento mandó, según afirma la visura, que variase las medidas de la obra elevándola seis palmos más, por lo tanto, aquí se debía pagar al maestro por ese giro imprevisto que salía de lo validado sobre el plano y la capitulación.

El día 1 de mayo de 1782 los hermanos Francisco y Bernardo Tomás, maestros de casas de Cervera, estudiaron el crecimiento de la fábrica de la iglesia parroquial del pueblo llamado Omells de Na Gaia dirigida por el empresario Domingo Casas.[17] Francisco fue contratado por parte del ayuntamiento y Bernat por parte del maestro constructor. La obra se pactó en 1777 y debía acabarse en cuatro años. Lo cierto es que las cosas no iban muy bien en esta obra. Los dos hermanos encontraron muchos defectos pero concluyeron que había realizado correctamente buena parte de los capítulos aceptados aunque encontraron erróneos los siguientes puntos. Para empezar la iglesia era tres cuartos más larga y tres cuartos más ancha de lo que mostraba el plano. Las lunetas de la nave eran más elevadas de la parte de la pared, en el friso y alquitrabe del portal existían ventanas que no aparecían en la planta y en el alquitrabe la planta tenía un resalte en la pilastra que el maestro no lo aplicó. Las paredes exteriores de las capillas hasta la altura de las mismas son un cuarto más dobles de lo dibujado; la pechina del presbiterio no estaba trabajada tampoco según lo registrado. El enlosado del pavimento no era el que se había escogido años atrás. En el tejado algunas vigas no llegaban a la medida y otras que se pasaban de tamaño. Casas tampoco obedeció en la altura consensuada para la línea de la cornisa, mucho más baja de lo convenido.

Este caso es uno de los que presenta más deficiencias a nivel general. Llegar a esta situación no era un caso atípico sino muy frecuente en las iglesias barrocas tarraconenses.

Disonancias entre trazas y obras

A *grosso modo* el proceso de gestión burocrático que tenía lugar en cada iglesia era parecido a lo que podía ocurrir en otras o en todas en general. Existían una serie de hechos que hacían el proceso de construcción de cada iglesia único e irrepetible y sujeto a algún imprevisto no controlado de antemano. Por ejemplo, en Vallmoll se dieron cuenta que tenían que cambiar las medidas del plano aprobado porque al tirar al suelo el viejo templo ganaron un poco más de amplitud. Al tener limpio el espacio de la vieja iglesia los administradores vieron que ganaban un palmo y tres cuartos más de espacio. Una de las nuevas pautas a seguir para los maestros de la nueva iglesia consistiría en dar más anchura a los pasillos de las capillas, cosa que afectaría al campanario y a la longitud de la iglesia.[18]

Lo observado en ciertas visuras demuestra ser una necesidad al menos para las iglesias a medio construir. A mediados de siglo XVIII en la villa de Sarral los maestros Ramon Salat de Santa Coloma de Queralt y Jaime Monguillot, de El Aleixar dejaban claro que el campanario que se estaba construyendo presentaba deficiencias graves.[19] Domingo Tomás y Francisco Camps, los empresarios encargados de la obra, deberían ampliar y consolidar los cimientos del campanario en forma de talud. El portal de la fachada principal debía derribarse para formar los cimientos con más solidez tal como pedía el plano. Las pilastras de ese portal había que unirlas correctamente con argamasa para evitar posibles movimientos futuros. Algunas molduras de los portales del campanario tampoco estaban conforme el arte de la arquitectura exigía. En esta obra los visuradores contratados se quejaban de la necesidad de unir con buen mortero rodapiés y los sillares de la parte baja de los muros que iban formando la fachada.

No siempre las dudas de los administradores podían resolverse con una simple cláusula que dejaba una puerta abierta para cualquier duda imprevista. Buscar una nueva opción para acabar una de las partes (como ya se ha indicado) que tardaba más en resolverse, la fachada, se podía dilatar más o mientras se ganaba tiempo para buscar nuevas trazas que gustasen más que la que se tenía. La fachada y su resolución eran, también, una parte que podía simplificarse si las libras y la economía destinadas a la fábrica peligraban. La reducción de los detalles ornamentales suponía poder remontar una parte de la obra cuando fallaban los recursos económicos de cada pueblo.

Si bien los detalles que podían tener una segunda opinión eran más fáciles de superar y solucionar había errores de cálculo que no podían variarse de ninguna forma. Si la iglesia estaba finalizada sólo se podía aceptar lo construido y que el maestro pagase por su mala dirección o por lo que había adquirido un nuevo rumbo estético. Esta situación podía darse si no había un seguimiento continuo por parte de los regidores de la casa del común sobre lo que hacían los maestros y peones de la fábrica. Aunque, en general, sí existía un cargo específico para la gestión y administración de las obras en cada ayuntamiento.

En algunas ocasiones los maestros eran requeridos para afirmar detalles de lo que estaban haciendo. Por ejemplo, el maestro Joan Oliver, maestro albañil de Gratallops, fue requerido por los regidores de Gratallops, priorato y arzobispo para jurar sobre las medidas de la nueva iglesia de Gratallops, que por lo visto, la hallaron correcta:[20]

> Que la nueva iglesia tiene de luz, al pisso, o superficie ciento y noventa y dos palmos de longitud y quatro palmos de ancho cada una de las paredes de delante y detrás que junto hacen de longitud ducientos palmos: Y de ancho noventa y dos palmos de luz y quatro palmos cada una de las paredes de los lados que junto hacen de ancho cien palmos. Todo lo que dize saber el dicho declarante no solo por haver fabricado, y construido dicha nueva iglesia, si que también por haverlas midido varias y distinctas vezes. (…)

En la localidad del Pla (hoy Pla de Santa María) la visura efectuada a 19 de agosto de 1779 indicaba un grave error por parte del constructor del nuevo edificio religioso. A la obra acudieron Enrique Marca, de Reus y Josep Sastruz, albañil de Belmonte (Alcañiz), este último requerido por los directores de la fábrica, Clemente y Josep Daura de Serós (Lérida).[21] El primer reconocimiento decía que se había construido «según reglas del arte y ajustada a los pactos contenidos en la tabba del destajo o assiento de la misma obra». Después de estudiar diversas veces la obra los técnicos vieron que la mampostería y la cantería se hallaban aplicadas correctamente y arregladas según el plano y capitulaciones firmadas. Pero detectaron que en lo ancho, por falta de terreno, tenía ocho palmos menos de lo dibujado en el plano. Esta variación tuvo, al menos, el consentimiento de los regidores del ayuntamiento.

Sobre los maestros directores no todo eran quejas y reproches. Al maestro de casas Juan Mario se le dieron en 1804 75 libras por alzar el frontal de la iglesia de Calafell, igualar la obra de la sacristía y el altar de Santo Cristo ya que nada estaba pactado de antemano.[22] Para finalizar el campanario de El Vendrell se precisaron de seis convocatorias para subsanar los continuos abandonos de dirección que vivió.[23]

Conclusiones

El punto de partida de este breve artículo parte de una fuente muy importante para averiguar qué es lo que realmente se había hecho mal o presentaba un estado deficiente en una fábrica que, después de muchos años, se entregaba a la parte contratante. Las mejores fuentes documentales son, sin duda alguna, las anotaciones del notario que recogía de manera fidedigna lo que le dictaban los maestros de obras. Queda mucho trabajo por hacer a la hora de recuperar estos testimonios que podrían convertirse casi en un cuaderno de bitácora de lo que podía diferenciar el trabajo de un buen o mal maestro de obras en esa centuria. La opinión favorable de los colegas de profesión también actuaba como un importante testimonio para su valoración de cara a nuevos contratos profesionales.

En general, en las revisiones finales de las obras ganaban las opiniones positivas a lo visto aunque era un buen momento para subsanar aquello erróneo o mejorable. Salvo en contados casos los maestros encontraban ensanches o cambios no establecidos de antemano. Había que escuchar las respuestas de los directores de las obras para entender el por qué de su actuación. Si ambas partes no estaban de acuerdo se generaban pleitos que podían alargar más la resolución de las obras aunque éstos añaden datos substanciosos para entender los fallos de ambas partes.

Las lecturas de estas visuras pueden ser múltiples; del análisis de los documentos se puede pensar fácilmente que a veces los maestros discrepaban del trabajo de otro colega de profesión y era un buen momento para hacer pagar deudas pendientes por obras realizadas conjuntamente con anterioridad.

Las modificaciones más difíciles de resolver, como se ha visto, son las que, por algún motivo u otro, corresponden a ampliaciones o cambios en las medidas de la anchura del plano de las fábricas. Y poco se podía hacer para resolver esta situación excepto penalizar económicamente al maestro director de la fábrica. En cambio son más frecuentes las anotaciones que indican que tanto las fachadas como partes de ellas se irían resolviendo más adelante cosa que demuestra que lo importante era empezar la obra y la estética del templo podía esperar algo más. Había alteraciones más interesantes; ya es sabido que el pueblo de Rocafort de Queralt es uno de los pocos que conserva la traza de su iglesia, ahora bien, en la práctica no se alzó la cúpula trazada en los planos.

Notas

1. Los ejemplos que aquí se expondrán corresponden mayoritariamente a iglesias parroquiales alzadas en la archidiócesis de Tarragona durante las últimas décadas del siglo XVIII.
2. AHT. MN. 3790, 11 mayo 1793, fol. 199r-v.
3. AHT. MN. 3600, 5 mayo 1750, fol. 112v.
4. AHT. MN. 3634, fol. 154v.
5. AHT. MN. 369, 20 junio 1777, fol. 181v.
6. AHAT. Les Borges del Camp, núm. 29, s/f.
7. AHCV. Llibre de Clavaria, reg. 473, 5 mayo 1782, s/f.
8. AHT. MN. 3600, 4 mayo 1750, fol. 110v.
9. SOLANES 1983, p. 97.
10. AHAT. MN. 678, 11 septiembre 1757, fol. 71r-71v.
11. AHT. MN. 3634, 9 junio 1775, fol. 154v,
12. AHT. MN. 1080, 1 febrero 1779, fol. 56r.
13. PORTA 1984, p. 147.
14. AHN. Consejos 22.603, 1774, fol. 61r.
15. AHT. MN. 3783, 7 diciembre 1787, fol. 405r-409r.
16. El empresario podía aquí quejarse ya que el pueblo decidió que sería él quien suministraría el material para pavimentar la iglesia. Por lo tanto, los administradores debían reflexionar cuál había sido aquí el principal problema (SOLANES 1983, p. 99).
17. AHT. MN. 3651, 3 de mayo de 1782, fol. 204r-205r.
18. AHAT. MN. 1073, 1 mayo 1772, fol. 189v.
19. AHT. MN. 3600, 5 maig 1750, fol. 106r-107r.
20. AHT. MN. 4823, 9 diciembre 1763, fol. 317r-v.
21. AHCV. MN. 916, 19 agosto 1779, fol. 139r.
22. AHAT. Calafell C/4. Llibre de Comptes de la iglesia de Calafell, s/f.
23. SERRA 2009, 1345-1349.

Lista de referencias

Porta Blanch, Josep. 1984. *Arreplec de dades per a la història de Barberà*. Barberà: Ajuntament de Barberà de la Conca,

Serra Masdeu, Anna Isabel. 2009. «¿Cuántos maestros de obras participarían en la construcción de un campanario a finales del siglo XVIII? Apuntes para la historia de la iglesia parroquial de San Salvador del Vendrell (Tarragona)». En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, vol. 2, 1345-49.

Solanes Farré, Josep Maria. 1983. «L'església de Santa Maria de Solivella. Notes sobre la seva construcció (finals del segle XVIII)». *Miscel·lània d'Estudis Solivellencs*, núm. 1, Solivella.

Las fábricas inconclusas como fuente de conocimiento. La cabecera tardogótica de la iglesia de Martín Muñoz de las Posadas (Segovia)

Débora Serrano García
José Antonio Ruiz de la Rosa

Muchos edificios han iniciado su construcción a lo largo de la historia y por un motivo u otro no han sido concluidos produciéndose una fractura, quedando aislados o adosados a fábricas preexistentes. Ejemplos de obras inconclusas, superpuestas, mutiladas o ampliadas son muy frecuentes, donde un nuevo estilo, un nuevo mecenas o alguna otra circunstancia era motivo para dejar impronta en la obra, una renovación profunda o una sustitución integral.

Dos historiadores en el s. XIX destacan desde el punto de vista académico por el estudio de la arquitectura a partir del propio edificio, de su esencia constructiva, de sus posibilidades de descomposición, de un proceso deductivo del mismo para así lograr entender su esencia, no como su aspecto estético nos muestra, sino cómo se rige internamente respecto a su estructura, composición y funcionamiento. Análisis que siempre han necesitado de un meticuloso estudio bien a partir de un apoyo gráfico riguroso, bien de disponer de fábricas interrumpidas o en ruinas que nos permitan obtener los datos necesarios para tal conocimiento, o bien de todo lo anterior conjuntamente cuando ello es posible. Nos referimos a dos técnicos franceses: Viollet le Duc (Rabasa y Huerta 2000), arquitecto (1814-1879) (Viollet 1854-68), y Auguste Choisy, ingeniero (1841-1909) (Choisy 1899).

El primero centra su interés en el estudio y conocimiento de la estructura como elemento significativo para entender y actuar sobre la arquitectura, relegando los elementos decorativos a un segundo plano. Para ello es pieza fundamental el estudio arqueológico y establecer un examen crítico inicial de los edificios, punto de partida de todo conocimiento y paso previo para conocer su realidad, proceso que puede etiquetarse con la frase «el estudio de la arquitectura a partir de las ruinas existentes de la misma» (figura 1).

El segundo utiliza el dibujo como elemento de análisis y conocimiento de la arquitectura, dando al proceso gráfico el carácter de fundamental. Sus fragmentos de vistas isométricas desde dentro de los edificios y expresados con vistas de abajo hacia arriba o a la inversa, resultan imágenes perceptivas de alto grado de abstracción y posibilidades métricas, frente a la perspectiva cónica bastante más incómoda. Ello le permitía analizar las estructuras, los materiales y el proceso constructivo por el cual se había llegado a la realidad física objeto de estudio. Choisy entendió la importancia de la utilización de los sistemas de representación para el diseño de la arquitectura, valorando su rapidez, capacidad para comunicar la disposición de los elementos y de medir directamente sobre el dibujo. Sus láminas, lecciones de construcción de completa didáctica, se convertían en clases magistrales para el entendimiento del proceso constructivo arquitectónico (figura 2).

Remitiéndonos al caso de edificios tan sólo iniciados, construidos parcialmente, son innumerables los ejemplos que hoy se conocen, fábricas ejecutadas parcialmente y cuya interrupción pudo estar originada por cuestiones económicas, constructivas, falta

del maestro o del promotor, o incluso un cambio de las condiciones políticas. Un ejemplo significativo es «La Lugareja» de Arévalo en la provincia de Ávila, de la que sólo nos ha llegado la cabecera que mantiene las improntas de lo que pudieron ser las naves posteriores nunca construidas. El edificio congela visualmente los nexos constructivos de su futura espacialidad sin que cueste gran esfuerzo imaginar sus potenciales volúmenes dentro de una métrica perfectamente reconstruible (figura 3).

Otro ejemplo importante lo ofrece la Catedral de Plasencia, la antigua «Santa María» (s. XIII) ejemplo de transición del románico al gótico, iglesia de tres naves y claustro adosado, este último de singular belleza mezcla de lo cisterciense, románico y gótico, nos ofrece actualmente sus naves y prácticamente todo su claustro sin actividad religiosa, más bien museística, al perder cabecera y crucero a favor de la nueva iglesia (o parte de iglesia), obra de lo más granado de la arquitectura de la época (Egas, Colonia, Álava, Siloé, Covarrubias y Ontañón), iniciada a finales del XV y paralizada en 1578, inconclusa, cuya nueva arquitectura se construyó en el lugar y con los materiales expoliados de la primera, para realizar un proyecto de nueva catedral, de espacialidad mucho mayor, que de concluirse hubiera laminado iglesia y claustro antiguo. De la nueva iglesia se ejecutó la ca-

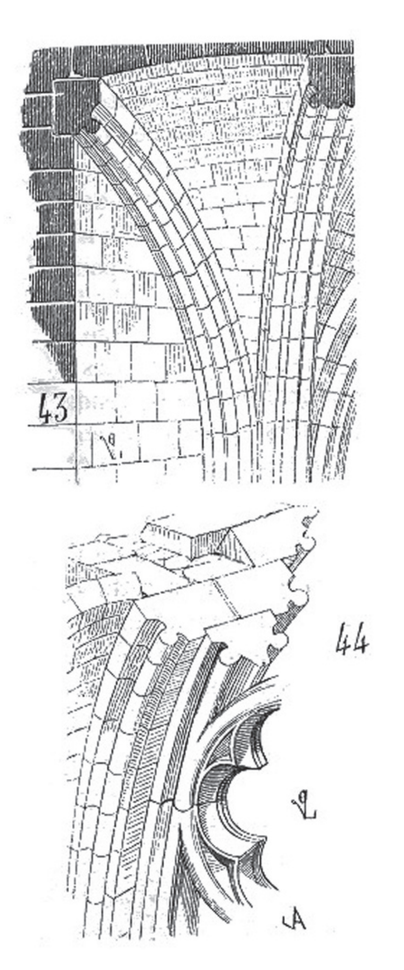


Figura 1
Arcos formeros, sección constructiva con descomposición de piezas. (Viollet 1854-68)

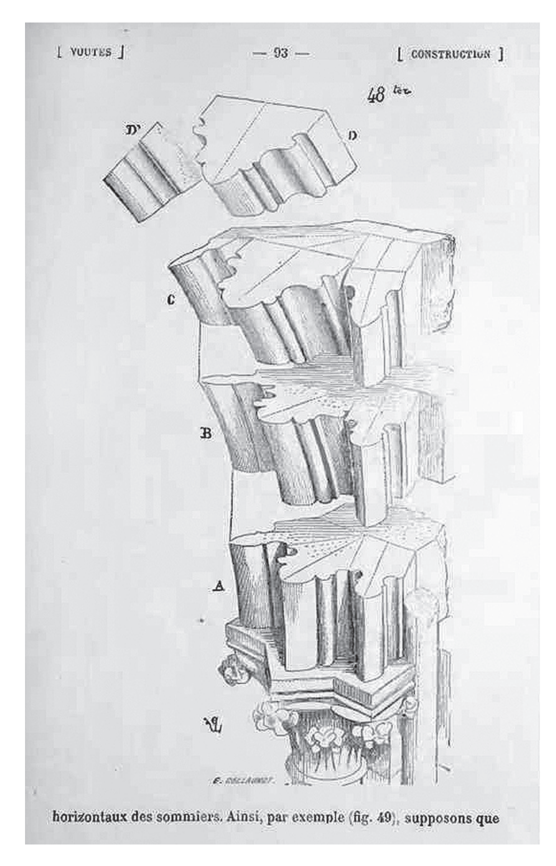


Figura 2
Descomposición de las piezas de los nervios de una bóveda desde su arranque en el pilar. (Choisy 1899)



Figura 3
La Lugareja de Arévalo, Ávila. S. XII (el autor 2011)

becera y el inicio de la nave central en el tramo dedicado al coro (cuyo ancho se corresponde al ancho de las tres naves de la antigua), y el inicio de las naves laterales, una de ellas planificada en su continuación por el claustro y la otra por el exterior. Y es en el encuentro con las naves antiguas y el claustro donde se produce la fractura, de visión perceptible y fuente de gran información (figura 4).

¿Qué se puede aprender de un edificio inconcluso? ¿Qué datos potenciales puede ofrecernos? ¿Qué lecturas podemos hacer? ¿Cómo imaginar el trabajo no ejecutado para valorar su completa arquitectura? Como desarrollo del tema aquí planteado, nos centraremos en el templo de Nuestra Señora de la Asunción de Martín Muñoz de las Posadas (Segovia), concretamente en el hipotético edificio gótico del que solo conocemos su cabecera (figura 5). Esta iglesia, objeto de una investigación que próximamente verá la luz como tesis doctoral, es un inmueble aislado de otras edificaciones, tiene su origen en una torre campesina[1] del s. XI, germen del templo y también de la villa que fue repoblada por Martín Muñoz (fines s. XI), lugarteniente del Cid. Establezcamos una breve exposición de su historia y etapas cronológicas necesarias para entender gestación, evolución y permanencias.

La localización de la torre en esta zona geográfica se corresponde con el momento histórico de la reconquista en el s. XI y la necesidad de colonizar el territorio, específicamente la línea del Duero, terrenos

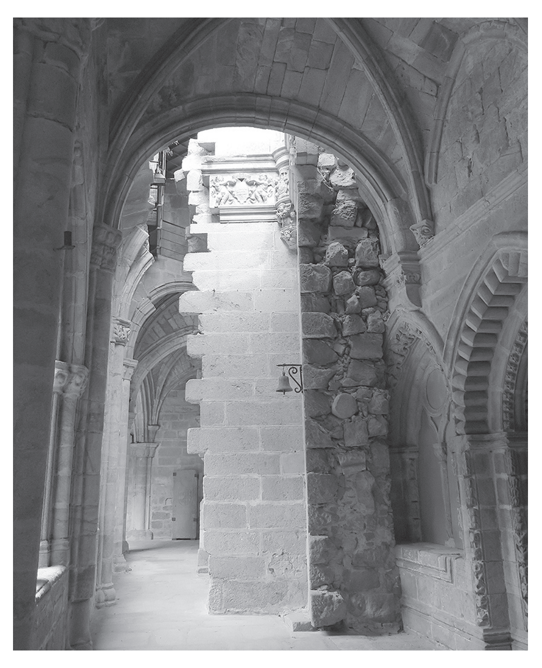


Figura 4
Espacio de unión entre catedral antigua y nueva de Plasencia. Zona de claustro (el autor 2015)

despoblados y límite inestable entre cristianos y musulmanes. Su ubicación concreta va referida a condicionantes geopolíticos denominados soportes dinámicos (Vidaurre 1990), como son su localización junto a un arroyo y también junto a un camino. Su entorno de pinares y las tierras fértiles favorecieron el asentamiento de unos primeros habitantes, fundamentales para la repoblación y desarrollo de los territorios reconquistados. Es decir, se trata de un terreno y entorno llano que justifica la construcción y existencia de una torre del tipo campesina en contraposición de las torres vigías.

Originario del s. XI se conservan el cuerpo inferior de la torre y dos muros, donde hoy en día siguen situadas las puertas de acceso norte y sur de la nave. Uno de ellos, el situado al sur, aún tiene acceso a su cota superior donde se observa el almenado original del primer recinto amurallado. A partir de esta torre y del pequeño recinto amurallado, a principios del s. XIII se desarrolló un primer templo mudéjar de tres naves.

Como curiosidad relevante, sobre sus muros se han encontrado unas pinturas protogóticas (Landa



Figura 5
Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Martín Muñoz de las Posadas (Segovia), (el autor 2006)

1989; Ferrete 1987) de gran calidad que a priori no tendrían especial sentido en un templo del mudéjar castellano con influencia directa de la comarca de Arévalo, pero un hito histórico, la muerte de Alfonso VIII en el atrio del templo de Martín Muñoz, durante su viaje de vuelta de la batalla de las Navas de Tolosa,[2] justifica la ejecución de tales obras pictóricas que representan el momento de la Anunciación.

A consecuencia de un incendio que calcinó las cubiertas, cuyos restos aún se aprecian en las cabezas de los muros, se procedió en el mismo siglo XIII a la reconstrucción del templo manteniendo el lenguaje mudéjar (Ruiz 1988). La intervención dio pie a una reforma espacial y constructiva importante. Se unieron la nave central y la del evangelio para convertirlas en una única nave, quedando la de la epístola independiente cumpliendo la misión de atrio. Para llevar a cabo esta transformación estructural se doblaron al interior los muros de ambos recintos, como firme apoyo de unas nuevas bóvedas de cañón con arcos fajones, tal como podemos apreciar hoy en día. A esta etapa pertenecen también las pinturas (Landa 1989; Ferrete 1987) de la nave principal, elemento que ha permitido datar con mayor exactitud la ejecución de dichos muros.

Siguiendo con la cronología establecida, en la segunda mitad del s. XV Martín Muñoz de las Posadas (Puyol 1934) es el escenario de varios encuentros entre distintas personalidades de la monarquía y la nobleza castellana.[3] Se hace necesario ampliar el templo, en concreto por la zona de los pies, y dotarlo de un coro (Chueca 1965, 599), trabajos que se realizan a finales del siglo XV. Tal intervención que prolonga la longitud de la nave sobre el escaso terreno colindante, provoca un estrangulamiento de la vía pública en dicho punto, tal como hoy se aprecia, justificando un planteamiento urbanístico del entorno del edificio difícil de comprender. La ejecución del coro, sin alterar en exceso las proporciones del templo, implicaba tanto la invasión de la nave como su crecimiento hacia el exterior.

Desde el análisis que aquí proponemos, tras detenido estudio de las fábricas construidas con cuatro siglos de diferencia, puede apreciarse en la fachada norte del templo la interfaz que separa la fábrica del siglo XI y la del XV como si de una costura se tratara. Ello indica la longitud inicial de la iglesia e incluso la posición del muro que cerraba el primer cercado. Al interior la transición se produce de manera mucho más continua manteniéndose el ancho de la nave y su altura, aunque cambian los materiales destacando la bóveda de crucería en la que se pueden observar numerosas marcas de cantero. La torre también resulta alterada al incrementar su altura hasta el cuerpo de campanas, y en la nueva fachada (de poniente) generada con el avance del edificio hacia los pies, se puede observar como queda preparado el marco para albergar una portada que no llegó a realizarse en tal momento.

La portada (Moreno 1990) se ejecutó años después, en torno a los años 20 del siglo XVI, sin adaptarse al marco preparado antes referido, al construirse ligeramente más baja, al estilo de distinguidas portadas como la de «los novios» de la Catedral de Palencia, o la portada de la Catedral de Santa María de Mediavilla en Medina de Rioseco (Valladolid). Un análisis más detallado permite establecer relación con un patchwork pétreo, una magnífica portada realizada similar a retales de tablas de piedra decoradas. Esto se evidencia incluso en los dos pináculos distintos que la enmarcan y las heterogéneas placas que forman los diferentes pisos de la decoración, carentes de simetrías o módulos repetidos. A pesar de todo ello forma un conjunto equilibrado y de gran belleza cuyo motivo principal es la Anunciación.

Por lo expuesto hasta ahora, el templo presenta multitud de fábricas inconclusas, mutiladas, ampliadas y adosadas a lo largo y ancho de toda la edificación, y diferentes momentos históricos en los cuales se han ido realizando reformas y ampliaciones para adaptarlo a diferentes necesidades, hasta llegar a la

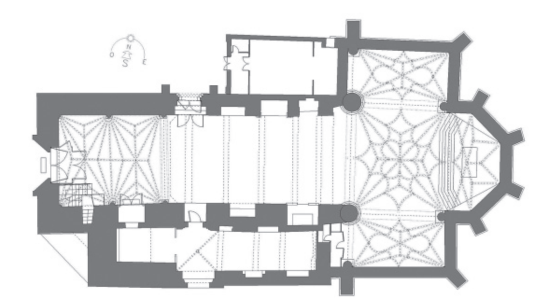


Figura 6
Estado actual de la planta del templo de Ntra. Sra. de la Asunción de Martín Muñoz de las Posadas (el autor 2012)

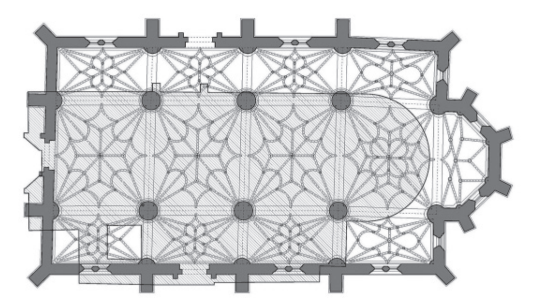


Figura 7
Superposición de la planta mudéjar y la traza tardogótica del templo (el autor 2014)

segunda mitad del s. XVI, fecha de la última y gran transformación (mejor sería decir sustitución), que se corresponde con la ejecución de la cabecera que podemos ver hoy en día. Es evidente que la cabecera no es un elemento aislado que surja como sustitución puntual a la anterior mudéjar, sino que se corresponde con la primera etapa de un proyecto unitario cuyo objetivo era la transformación completa del templo (figura 6).

El promotor de este ambicioso proyecto es un personaje singular, el Cardenal D. Diego de Espinosa, secretario de Felipe II, Presidente del Consejo de Castilla e Inquisidor General de Castilla. El Cardenal era natural de la Villa (Redondo 1959; Escudero 2001; Gómez 2011) y no sólo promocionó la transformación del templo, también su palacio, la creación de la plaza principal que hoy presiden la Iglesia y el Ayuntamiento, e impulsó la construcción de un Hospital (Conde de Cedillo 1931), el asentamiento de un Convento de Franciscanos y la instalación de la primera imprenta española (de Santos 1989; de los Reyes 1995). Lo que da idea de la notable influencia del Cardenal en Martín Muñoz de las Posadas. Toda esta labor de impulso que D. Diego de Espinosa dio a su villa natal habría de tener su máximo esplendor en el templo, para el cual fundó nueve capellanías y las dotó en su testamento con suficientes rentas, así como nombró un primer mayordomo en la figura de su sobrino, también Diego de Espinosa.[4]

Tan digna empresa de construcción fue encargada sin duda a un gran maestro mayor del momento, y aunque su autoría es desconocida, el análisis efectuado del edificio permite establecer una sólida hipótesis que apunta a Pedro de Rasines,[5] tal y como se justifica en el desarrollo de la Tesis Doctoral.

Las obras comenzaron demoliendo la cabecera mudéjar del edificio existente. Es de suponer que sería semicircular y seguramente tenía adosadas otra serie de edificaciones en su entorno. La nueva obra, la que actualmente conocemos, según el estilo tardogótico aún imperante, plantea cabecera con ábside formado por medio octógono y crucero, este último con la anomalía de no ser cuadrado, geometría habitual para estos espacios según establecen las normas más comunes de proporción utilizadas en esta arquitectura (Ruiz 2003). Esta apreciación de la irregularidad del crucero no se percibe en el interior del templo sino que ha sido determinada a consecuencia del levantamiento planimétrico realizado (figura 7).

La traza (Ruiz 2007) de lo que pudo ser el proyecto completo no es difícil de plantear como hipótesis a partir de: la cabecera actual, el edificio anterior, y el entorno. Se corresponde con un templo de salón de tres naves, crucero y ábside, muy similar al templo de tres naves y ábside de medio octógono que nos ofrece Simón García en su tratado (García [1681] 1991, vol.2). Los límites de la edificación, el terreno a disponer y el entorno urbano, lleva a plantear (con bastante seguridad) la disposición de tres tramos en las naves del nuevo edificio, como se puede apreciar en la planta adjunta (figura 7) donde se ha superpuesto el emplazamiento de la antigua iglesia. Ante una traza tan evidente y rotunda, la primera pregunta a formular es por qué un edificio nuevo, dispone un crucero que no se corresponde con una geometría más regular.

La justificación puede estar en que el proyecto tenía una serie de condicionantes de partida, el más

restrictivo era el que marcaba las dimensiones posibles del templo. La longitud máxima debía corresponderse con una división exacta en cuatro módulos y medio (más los muros de cerramiento y contrafuertes). Estando predefinida también la anchura máxima del templo y de la nave central, el resultado es un módulo levemente rectangular tanto para el crucero como para los tramos de la nave principal. Es decir, se optó por la igualdad de proporción en todos los tramos y la mitad para el ábside.

La extrapolación de la cabecera a una planta completa (según lo analizado), es lo que ha ido guiando la identificación de la traza de un maestro de primer orden que ha sabido transformar una dificultad de crucero rectangular en una cualidad, por la capacidad de haber resuelto dicho espacio con una disposición constructiva favorable. El crucero mantiene la solución de las bóvedas tardogóticas (curvatura circular para todos los nervios), y para facilitarlo se adentra levemente en el ábside rectificando sus dimensiones en planta, haciéndolo más cuadrado, y ajustando los arcos que delimitan la bóveda del crucero para situarlos a la misma altura, forzándolos un poco.[6] Tanto la traza del templo como las trazas de las bóvedas y su decoración se corresponden con los trabajos y forma de hacer habitual de Pedro de Rasines.

Cabría pensar que la cabecera actual fuese un encargo específico con el que sólo se pretendía transformar una pequeña parte del templo, modernizándola como ya había ocurrido a lo largo de los siglos anteriores. Hipótesis apoyada por la existencia de una fecha epigrafiada, recogida en el friso que recorre los muros interiores:[7] «reinando Felipe II se terminó las obras en 1567». Pero esta hipótesis puede desecharse por lo que se expone a continuación, demostración palpable de que las obras fueron paralizadas. Tampoco se sabe qué pasó a partir de entonces a efectos de continuación de las obras. Si se dieron dos circunstancias a tener en cuenta, por un lado la muerte del maestro Pedro de Rasines en 1572 (aunque las obras pudieron seguir bajo otro profesional), y por otro lado la muerte del mecenas en el mismo año, dejando a la fábrica sin maestro que la dirija y sin promotor que la financie al mismo tiempo.

Entramos en el fondo de la cuestión, se trata de una obra inacabada, con numerosos signos visibles de que dicha cabecera había de tener una continuación en el desarrollo de unas naves hasta la completa ejecución de un templo unitario. Obra inacabada que además de permitir el estudio tipológico, espacial y constructivo de la nueva intervención, nos permite identificar técnicas y procesos constructivos, analizar en profundidad tal arquitectura y emitir hipótesis suficientemente razonadas. Para ello utilizaremos como método el estudio de su arqueología (especialmente los elementos de fractura) y el dibujo como forma de análisis para el conocimiento del edificio, el método aludido en los primeros párrafos.

Como en casi todos los conjuntos edilicios mezcla de tipologías y espacialidades distintas, el plano de

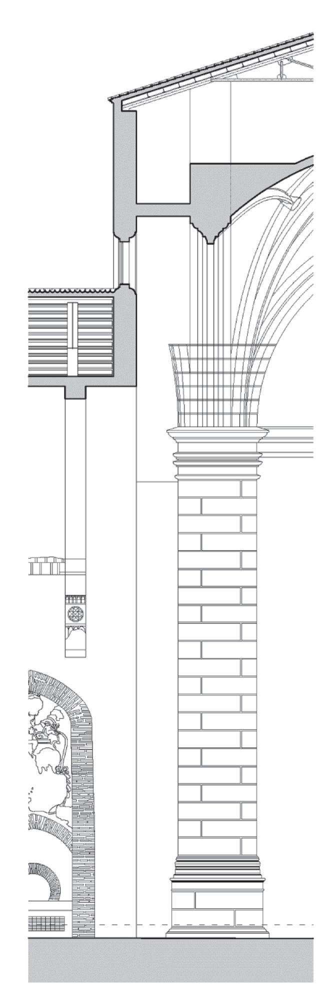


Figura 8
Sección longitudinal parcial por el crucero. Lado del evangelio (el autor 2015)

fractura (o de unión) de ambos es visible tanto por el interior como por el exterior, y congela datos constructivos de gran valor informativo.

Por el interior, el elemento más singular e interesante se produce en el arranque de los nervios hacia la bóveda del primer tramo de la nave central, elemento constructivo que nunca llegó a realizarse al completo en un tramo hoy ocupado por la nave mudéjar. Dichos nervios se encuentran en ambos pilares aislados y circulares que limitan el crucero con la nave, y están construidos tan sólo en su arranque con dovelas de despiece horizontal, previas a la curvatura (figuras 8 y 9). Este detalle, de la ejecución del arranque de los nervios que habrían de cubrir la nave principal, nos indica que estaba planificada la continuación del templo desde el origen, y también confirma la disposición de tramos rectangulares en vez de cuadrados.

Se puede apreciar que el sistema constructivo adoptado, delimitar las bóvedas por arcos torales y formeros, permite fragmentar las etapas de construcción del templo como así ha ocurrido, al ser estable cada tramo de bóveda no necesita una continuidad constructiva que implique una ejecución conjunta de las mismas.

Al interior también es visible la línea de imposta que recorre el muro, traspasando los límites de los brazos del crucero hasta interceptar con las fábricas mudéjares e iniciando, levemente, el primer tramo del templo. Este detalle es especialmente visible en la nave de la epístola cuyo muro llega a desarrollarse casi dos metros. El motivo de que en este punto concreto el templo tardogótico sí avanzara en sus naves tiene su explicación en que debió salir al encuentro de la fábrica mudéjar para que se produjera el contacto físico entre ambas, sin dejar vacío entre ellas (figura 10). Esta línea de imposta coincide en altura con la externa, como puede apreciarse en la figura 15, ubicación que de nuevo sirve para establecer autoría, pues no todos los maestros establecían esta disposición constructiva.

Al exterior, la fábrica tardogótica de la cabecera de sillarejos en las zonas más delicadas, en su encuentro con la fábrica mudéjar tanto en el lado de la epístola como en el del evangelio, plantea un acabado dentado para facilitar su futura continuidad (figuras 11 y 12).

Al exterior también puede apreciarse el arranque de los arcos adosados al muro del evangelio para la continuación de lo que habría sido la nave, así como los nervios de la bóveda correspondiente, cuestión que también puede observarse hacia el interior. De nuevo evidencia la continuidad de la fábrica, planificada desde el principio y que habría de ir ejecutándose previa demolición de las fábricas existentes (figura 13).

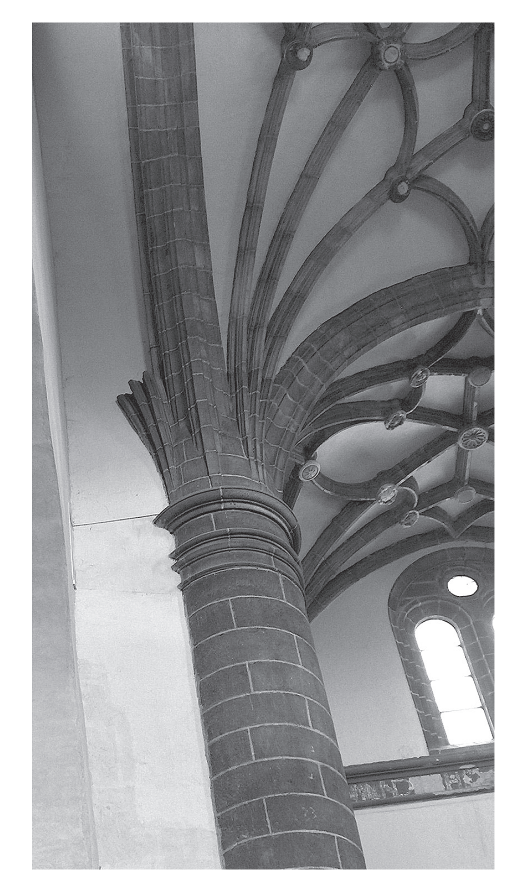


Figura 9
Detalle del arranque de los nervios hacia la nave. Columna del crucero (el autor 2006)

La observación y la métrica de lo nuevo y antiguo, también permiten establecer relaciones a favor de la continuidad de las obras. El ancho de la nave mudéjar no se corresponde con el ancho de la nueva cabecera, no existe por tanto continuidad espacial, la intervención responde a un proyecto nuevo, dimensión que sí se hubiera respetado en el caso de haber sido un proyecto limitado a la sola sustitución de la cabecera (figura 14).

Pero sin duda, el detalle de continuidad más interesante que se produce en todo el edificio es el corte del



Figura 10
Línea de imposta iniciando la nave de la epístola (el autor 2012)

muro del evangelio, clara representación de una sección constructiva de la fábrica del templo (figura 15). En ella podemos destacar los siguientes elementos:

- El espesor total del muro de fábrica.
- La homogeneidad en toda su altura.
- La diferencia de materiales: fábrica no homogénea formada por material pétreo (hacia el exterior, con sus tizones-verdugadas) y material cerámico (ladrillo como relleno).
- La fábrica pétrea, formada por sillarejos, presenta dimensiones más o menos homogéneas en su cara vista, con un mayor o menor espesor que queda oculto en el ancho del muro.
- Para completar la masa mural se emplea fábrica de ladrillo revestido con morteros al interior.
- Entre tres y siete hiladas del muro, los sillarejos se disponen a tizón ocupando el ancho total del muro, a modo de verdugas, trabando la totalidad de la fábrica.
- La línea de imposta interior y exterior coinciden a la misma altura, siendo ésta una de las características estilísticas que define la obra de Rasines.
- Se identifican piezas especiales en las impostas y cornisas.





Figuras 11 y 12
Interrupción de la fábrica tardogótica en sus muros sur y norte respectivamente (el autor 2006)



Figura 13
Vista exterior del arranque de los nervios de bóveda del primer tramo de la nave del evangelio (el autor 2006)



Figura 14
Transición entre la cabecera tardogótica y la nave mudéjar (el autor 2006)

Como solución constructiva necesaria, entre esta primera fase del templo tardogótico y la obra mudéjar, de alturas muy distintas, ha sido necesario cegar los huecos resultantes con fábrica de ladrillo. Esta construcción provisional de ladrillo, que avanza levemente traspasando los límites de la cabecera, es apreciable principalmente desde la torre, desde donde podemos observar los tres óculos que se practicaron para la iluminación. Óculos provisionales al no ser necesaria su presencia como elementos definitivos en un templo de salón, como iba a ser el proyectado. De ellos, como elemento de iluminación, sólo se conserva el óculo central ya que los laterales están cegados.



Figura 15
Sección del muro del evangelio hacia el exterior (el autor 2006)

El caso de la cabecera de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción en Martín Muñoz de las Posadas, es un ejemplo de arquitectura carente de reformados posteriores o intervenciones que pudieran alterar la obra ejecutada, lo que nos permite aproximarnos a su estudio con fiabilidad. Pero también es un ejemplo de arquitectura inconclusa, que dejó sus «esperas» preparadas para la continuidad de unas obras que nunca llegaron a ejecutarse. Esperas que ofrecen numerosos datos para el estudio de lo existente y de lo potencial hasta el punto de poder reconstruir el edificio al completo y asignarle autor. Esta congelación de la obra que el paso del tiempo nos ha dado a conocer, ha permitido un análisis meticuloso apoyado en un riguroso levantamiento planimétrico, cuyo resultado apunta al mejor conocimien-

to de su proceso constructivo, materiales empleados y posible resultado final de haber concluido al completo su edificación, e incluso a la hipótesis de su autoría a partir de todos los signos visibles de unas obras que quedaron frustradas por la desaparición de promotor y constructor.

Notas

1. Cfr.: *Cuadernos de Cultura y Patrimonio* nº VIII. La Alhóndiga de Arévalo, asociación cultura y patrimonio. 2010, 12.
2. Según conversación con D. José de Vicente, Arquitecto restaurador del templo, proyecto de 1980.
3. La población toma partido por Isabel en su lucha por la corona de Castilla.
4. El Cardenal dejó ordenado que se le enterrara en el crucero de este templo y se encargó su estatua orante a Pompeo Leoni. (López Lanusse y Cueto 1992).
5. Esta aseveración se corresponde con una hipótesis planteada en la Tesis Doctoral, toda vez que el artífice de la obra no consta hasta el momento. Pedro de Rasines pertenece a una familia de maestros de obra, hijo de Juan de Rasines, son coetáneos de la otra gran familia de maestros del momento, los Gil de Hontañón (Alonso 2003).
6. Al ser rectangular la base serían más altos los del tramo longitudinal que los del transversal.
7. Tal como recoge el Conde de Cedillo.

Lista de referencias

Alonso Ruiz, Begoña. 2003. *Arquitectura Tardogótica en Castilla: Los Rasines.* Santander: Univ. de Cantabria.

Choisy, A. [1899] 1974. *Histoire de l'architecture*. Buenos Aires: Victor Leru.

Chueca Goitia, Fernando. 1965. *Historia de la Arquitectura Española: Edad Antigua y Edad Media.* Dossat. Madrid: Dossat, S.A.

Conde de Cedillo. 1931. *Desde la Casona. Paseos y excursiones por la tierra de Segovia*. Madrid: Hauser y Menet.

De Colmenares, Diego. [1586-1651] 1982. *Historia de la insigne ciudad de Segovia y compendio de las Historias de Castilla*. Vol. 1. Segovia: Academia de Historia y Arte de San Quirce.

De los Reyes, Fermín. 1995. «Una imprenta segoviana en el s.XVI: Martín Muñoz». En *Estudios Segovianos.* Vol. 92, 131-141. Segovia: Instituto Diego de Colmenares. Excma. Dip. Prov. de Segovia CSIC.

De Santos Martín, Antonio. 1989. «La antigua imprenta de Martín Muñoz de las Posadas». En *Estudios Segovianos,* 86: 395-401. Segovia: Instituto Diego de Colmenares. Excma. Dip. Prov. de Segovia CSIC.

Escudero, José Antonio. 2001. «Notas sobre la carrera del inquisidor general Diego de Espinosa». *Revista de la Inquisición*, 10: 7-16.

Ferrete Ponce, Santiago. 1987. *Las pinturas murales de la Iglesia Parroquial de Nuestra Señora de la Asunción en Martín Muñoz de las Posadas (Segovia)*. Madrid: Excma. Dip. de Segovia.

García, Simón. [1681] 1991. «Compendio de Architectura y simetría de los templos». En *Colección Tratadistas Castellano-Leoneses,* Vol. 4. Valladolid: COA en Valladolid.

Gómez de Caso Estrada, Mariano. 2011. «Diego de Espinosa. El segoviano que a los más altos cargos del Estado ha sido requerido». Artículo sin publicar localizado en internet (Consulta: 10-11-2012).

Landa Bravo, José. 1989. «Pinturas murales del siglo XV en la Iglesia de Martín Muñoz de las Posadas». *Antiquaria*, 61: 42-47.

López Lanusse, J. Antonio y Ronald Cueto. 1992. «Martín Muñoz de las Posadas: política, religión y arte en la Castilla de los Austrias». En *Estudios Segovianos,* 89: 111-159. Segovia: Instituto Diego de Colmenares. Excma. Dip. Prov. de Segovia CSIC.

Moreno Alcalde, María. 1990. *La arquitectura gótica en la tierra de Segovia.* Segovia: Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia.

Puyol y Alonso, Julio. 1934. *Crónica incompleta de los Reyes Católicos (1469-1476) según manuscrito anónimo de la época.* Madrid: Academia de la Historia.

Redondo Arévalo, Benito. 1959. *Estudio Biográfico-Histórico sobre D. Diego de Espinosa y Arévalo.* Salamanca: Univ. Pontificia de Salamanca.

Ruiz de la Rosa, J. Antonio. 1999. «De Geometría y Arquitectura». *Revista de Arquitectura*, 3: 22-32.

Ruiz de la Rosa, J. Antonio. 2007. «Sobre trazas y monteas. Síntesis gráfica de un proceso edificatorio en la Catedral de Sevilla». *Actas del Simposium Internacional sobre la Catedral de Sevilla en el contexto del gótico final*. Vol 2: 483-499. Sevilla: Cabildo Metropolitano. J.A. Univ. Sevilla. Caja Madrid.

Ruiz Hernando, J. Antonio. 1988. *La arquitectura de ladrillo en la provincia de Segovia siglos XII y XIII*. Segovia: Excma Dip. Prov. Segovia y COA Segovia.

Vidaurre Jofre, Julio. 1990. *Ciudad y arquitectura medievales. Morfologías imaginarias en Castilla y León 1050-1450*. Madrid: COAM.

Viollet-Le-Duc, E.E. [1854-1868]. *Dictionnaire raisonn, de l'Architecture Française du XIe au XVIe siécle.* Paris.

Viollet-Le-Duc, Eugene. 1996. *La construcción medieval: El artículo 'Construction' del 'Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI*[e] *au XVI*[e] *siècle'*.E. Rabasa y S, Huerta, eds. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU

Carpintería de armar: alfarjes medievales. Metodología de estudio

Alba Soler Estrela
Rafael Soler Verdú

El patrimonio arquitectónico español de carpintería de lazo y estructuras de madera goza de un reconocido prestigio a través de obras irrepetibles, de las que queremos resaltar su excepcional valor constructivo. La presente comunicación propone una metodología de estudio de los alfarjes, especies olvidadas o a las que se ha dedicado escasa atención, eclipsados por los artesonados. Amenazados desde sus orígenes por los incendios, las patologías asociadas a la madera, los desmontajes y traslados o la ausencia de mantenimiento, son escasos los que han sobrevivido. Se trata de un sistema constructivo de vida frágil y durabilidad condicionada. La normativa técnica actual constituye una amenaza, que hay que saber sortear, en el caso de tener que intervenir para su conservación (figura 1).

Los excelentes estudios monográficos e investigaciones del arquitecto Enrique Nuere sobre la carpintería de armar, indican el camino a seguir. Profundizando en esa vía, se propone una metodología que considera incompleto cualquier estudio de carácter estilístico o histórico, que no aborde todos los componentes desde la lectura constructiva. El estudio que se propone debe de basarse en descomponer los alfarjes en todos y cada uno de sus elementos, definiendo sus características, dimensiones, formas pero también su secuencia constructiva y leyes de enlace.

La metodología propone una codificación en una serie de campos normalizados, para disponer de la información y potenciar los estudios comparativos. La propuesta de codificación, es una exigencia de la metodología que deberá ser contrastada por nuevos casos y ratificada en seminarios de expertos, junto con una nomenclatura «ad hoc». Los datos elaborados, permiten establecer clasificaciones y sirven de base a una taxonomía que establezca líneas evolutivas, desde los orígenes hasta la confluencia con los artesonados. Los dibujos de detalle son referencia ineludible, y base de la investigación. Proceden de levantamientos o estudios propios y constituye una documentación objetiva. Aunque la metodología es de carácter abierto, establece unas conclusiones que cierran el presente trabajo.

Confusio linguarum

Leopoldo Torres Balbás (1944, 442) afirmaba «Yerran, pues, los que ahora llaman —y son muchedumbre— alfarjes a las armaduras de par y nudillo o de artesón. Para éste, como para tantos otros términos de nuestro arte antiguo, cuya significación se equivocó lamentablemente por los escritores de fines del XVIII y del XIX, impónese una escrupulosa revisión».

Hasta hace relativamente poco tiempo no se ha establecido la distinción entre artesonado y alfarje. A los efectos de esta investigación, definiremos «artesonado» como un techo horizontal, cuyo entramado resistente de madera está constituido por una serie de vigas o pares, acodaladas por otras perpendicularmente a distancias regulares formando artesas, razón

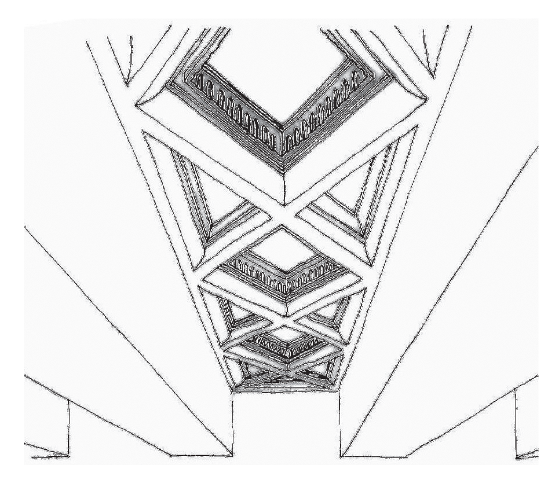


Figura 1
Alfarje, vista inferior pares y estructura primaria (Dibujo A. Sesé y R. Soler)

por la que toma el nombre. La estructura anterior es revestida mediante piezas molduradas, tablas y tableros hasta teselar el espacio. Consideramos «alfarje» a un techo cuya estructura elemental o principal está formada por vigas o pares independientes sin acodalar. En numerosos alfarjes las calles se compartimentan en casetones o artesas, motivo por el cual en numerosas publicaciones y estudios históricos se hace referencia a artesonados y en realidad son alfarjes, si nos atenemos a la anterior definición basada en la estructura unidireccional de los pares.

La imprecisión terminológica respecto a alfarje y artesonado, aumenta si descendemos a detallar los componentes de los mismos. No existe una relación biunívoca entre las palabras y los elementos que los conforman y además varían según el lugar o la época. La riqueza dialectal castellana y las otras lenguas hispánicas, en el periodo medieval, conforman un amplio glosario, que desde una visión policéntrica permite analizar posibles influencias, orígenes y evolución. La presente investigación no trata de comparar o distinguir entre artesonados y alfarjes como elementos unitarios, sino de establecer una deconstrucción de todos los componentes de los alfarjes, muchos compartidos con los artesonados.

Abundando en lo expuesto, queremos indicar que Viollet-le-Duc (1854-1868) dedica una sola palabra *plancher* para referirse tanto a los alfarjes como a los artesonados (figura 2). Prefería esta solución medieval a los forjados planos *plafond*, porque todos los elementos están a la vista, reflejando su función estructural jerarquizada. Viollet-le-Duc describe que el sistema lineal de pares independientes, que hemos definido como alfarjes, evoluciona a un sistema de mayor rigidez, *poutres, poutrelles, solives,* ensamblados ortogonalmente, tomando la cara superior de los elementos como plano de ajuste. Este sistema limita las deformaciones y crea profundos artesones, es lo que hemos definido como artesonado.

Respecto a lo que hemos denominado alfarjes, Viollet afirma que no se conservan anteriores al siglo XIV, pero señala que antes ya existían. Su origen lo remonta a la antigüedad romana, indicando que se emplean hasta el siglo XVII. Los alfarjes que describe, disponen los pares *(solives)* sobre una estructura base del mismo repertorio que planteamos en este artículo, cuya solución concreta depende de las características y dimensiones de las salas a cubrir.

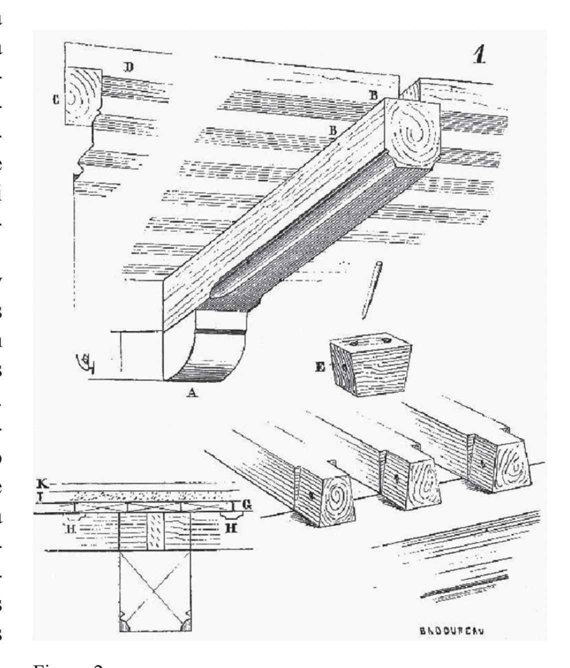


Figura 2
El tablero (G) sobre los pares (D) oculta sus uniones con tapajuntas (H). Los pares se apoyan en carreras y jácenas (Dibujo Viollet Le Duc 1854-1868:199). Alfarje, clase A

Carpintería de armar

Las investigaciones y difusión de los trabajos sobre la Carpintería de armar española del arquitecto Enrique Nuere (2000) son una aportación difícilmente superable. Se trata de un estudio que aborda el análisis técnico de la ejecución y el conocimiento de los oficios de la carpintería, que plantea el comportamiento estructural, que profundiza en los estudios geométricos. Compartimos su enfoque desde el punto de vista de la construcción, que rescata un patrimonio arquitectónico escasamente valorado, salvo sus obras más excepcionales. La preferencia de Nuere son las armaduras de cubierta y la lacería. La profundidad y rigor del estudio hace muy difícil esperar nuevas aportaciones de interés, pero en cambio dedica poca atención a los forjados de piso, con una sucinta referencia al caso de «los alfarjes ataujerados» y respecto a los artesonados hace referencia a alguno de los más destacados, centrándose en las características de los grandes elementos estructurales, tales como las ménsulas y jácenas, sin detallar los demás componentes.

Por otra parte los artesonados han sido objeto de numerosos estudios, generalmente investigaciones monográficas, que analizan principalmente aspectos históricos y artísticos, de los artesonados más emblemáticos, algunos de ellos alcanzan un extraordinario valor patrimonial. Respecto a los alfarjes, debido a su menor protagonismo las investigaciones son poco abundantes, y escasos los detalles constructivos de los mismos. Por una parte el panorama anterior y por otra su indudable interés constructivo nos ha motivado a su estudio, enmarcado en el domino de la carpintería.

Metodología

Ante el panorama anteriormente descrito, para el estudio de los alfarjes seguiremos una metodología en la que se aplica la definición matemática de conjunto a los alfarjes, entendido como una colección de los mismos. Los conjuntos pueden definirse por extensión, a través de la lista de todos ellos, o por comprensión definiendo las propiedades comunes a todos ellos (Fresán 2011, 36). Aunque el número de alfarjes no es infinito, determinar su número, localizar los ejemplares es una pretensión inalcanzable. Además, muchos de ellos han desaparecido y ya no existen. Los inventarios conocidos, se quedan en fases iniciales ante la inmensa tarea a realizar, o si se trata de un sumario de ejemplares destacados, dejan la duda de su representatividad. A pesar de su heterogeneidad, reconociendo el gran interés de los inventarios por la información que proporcionan, optaremos por abordar el estudio de los alfarjes mediante el enfoque matematizado de la comprensión, definiendo sus características. Para ello proponemos una lista de axiomas, o enunciados, que debe de cumplir todo elemento perteneciente al conjunto de los alfarjes:

- Es un techo o cierre horizontal de una estancia.
- Los oficios de carpintería de armar y de taller predominan en su ejecución. También participan tallistas y pintores que aportan un valor artístico destacado.
- Su estructura elemental o principal está formado por viguetas o pares dispuestos paralelamente, sin conexión entre ellos, apoyados en diversos sistemas estructurales base, en función de las dimensiones y características de las salas que cubren.
- Sobre la cara superior de los pares puede disponerse, bien un entramado de elementos transversales resistentes, o bien de rastreles durmientes. Esta estructura primaria se considera la parte esencial de los alfarjes y permite clasificarlos en función de la forma y disposición de estos componentes.
- Superiormente se disponen tableros y/o tablas que teselan completamente todo el plano horizontal.
- Todos los componentes son de madera. Excepcionalmente se admiten piezas cerámicas en lugar de tableros.
- La presencia sobre los tableros de capas de argamasa y pavimentos como acabado superior, es una propiedad prescindible y no es condición esencial.

Codificación

La metodología propone una lectura codificada de los alfarjes, para descomponer la información en una serie de campos normalizados y potenciar los estudios comparativos. Para ello es necesario realizar es-

tudios arquitectónicos basados en la definición individualizada de cada componente y elaborar su correspondiente levantamiento riguroso. Son de especial importancia los casos en los que se ha podido observar directamente gracias a un desmontaje.[1]

Estructura elemental (EE/ VP)

La estructura lineal de viguetas o pares, sin conexión entre ellos es una característica fundamental, de los alfarjes. Es importante definir los parámetros dimensionales: ancho, alto, intereje, luz,… que nos determinaran los parámetros resistentes. También es oportuno indicar las posibles decoraciones, molduras, pinturas,… que puedan aportar información de relevancia arquitectónica. Posibles rebajes, incisiones, cajeados, ensambles,… en el caso de que los pares recibieran piezas ensambladas constituyendo una retícula resistente se trataría de un artesonado, que no es objeto de la presente investigación.

Estructura base (EB)

La estructura base, sobre la que descansa la estructura elemental o principal de pares, podría servir para diferenciar los alfarjes, ya que tiene un gran protagonismo tanto constructivo como formal. Se establecen varias categorías. Los parámetros principales a determinar son las dimensiones de la sala a cubrir y las escuadrías y separación de los distintos elementos estructurales.

Torres Balbás (1944) cita como el alfarje conservado más antiguo el caso de pares apoyados en jácenas (EB/JA) que apoyan en muros diafragmas mediante doble orden de canes. Es un modo de compartimentar salas de grandes dimensiones, siendo la separación entre las jácenas la luz a salvar por los pares.

Otra solución adoptada para salvar grandes luces, es disponer de pares, de gran escuadría, recibidos en dobles ménsulas de madera (EB/ME). La luz a salvar queda reducida por el gran saliente de las piezas voladas que adquieren un gran protagonismo.

En el ámbito de luces medias, es frecuente la disposición de pares sobre carreras paralelas a muro, soportadas por canes (EB/CC). Es una buena solución constructiva que además permite el trabajo solapado de los oficios de cantería y carpintería. Lo encontramos en numerosos edificios civiles desde el trescientos. Una variante quizás más tardía, es la disposición directa del par sobre muro (EB/M), su simplicidad exige un cajeado adecuado en el muro, para minimizar por un lado, el debilitamiento del muro y por otro la adecuada conservación de la cabeza de la viga.

Elementos inferiores (EI)

Las viguetas o pares de la estructura elemental se disponen sobre una banda, que hemos llamado elementos inferiores, que puede desarrollarse de tres formas: entablamentos (EI/E), cornisa (EI/C) y friso (EI/F). Aunque en sentido estricto no forma parte del alfarje, aporta una información muy valiosa, básica para estudios estilísticos o cronológicos.

Estructura primaria (EP)

Sobre los pares se sitúan unas piezas de madera que hemos definido como estructura primaria, que se considera una propiedad esencial del alfarje: Es precisamente la forma y disposición de los distintos componentes, lo que permitirá establecer una clasificación. Para ello es imprescindible realizar una lectura constructiva que permita reproducir la secuencia de montaje y la descomposición en componentes al modo violetiano. Hay que recoger parámetros dimensionales: ancho superior, ancho inferior, alto, calle, intereje, luz,… los parámetros geométricos de los elementos (C cuadrado, R rectangular, T trapecio, M moldura) y también los aspectos formales (como P policromía, D dorado, E esculturas). Se propone una nomenclatura de carácter operativo, para generar una leyenda que se aplica a los distintos componentes. El énfasis del estudio es la definición constructiva, no la creación de un léxico.

Elementos superiores (ES)

Se ha establecido otro campo, para incluir los elementos superiores en los que se recogen: tableros (ES/T) o entablado (ES/E), pavimentos (ES/P) y otros componentes (ES/O), que pueden formar parte de los alfarjes, pero que pueden no existir, por lo tan-

to no se consideran imprescindibles. En el estudio se deben recoger tanto los parámetros dimensionales como los parámetros formales.

Clasificación estructura primaria

La estructura base (EB), en la que descansa la estructura principal o elemental (EE) de los alfarjes, tiene un gran protagonismo e importancia dentro del conjunto de un determinado alfarje. El repertorio descrito de codificación, podría servir para clasificar los alfarjes en función del mismo. El motivo de no hacerlo es porque es utilizada también por los artesonados.

La propuesta de clasificación de los alfarjes se basa en su estructura primaria (EP). Parte de los casos extraídos directamente en la dirección de obras de conservación (Soler Verdú 1997). No se ha idealizado ninguna clase. Se van generando respaldadas por sucesivos casos reales y está abierta a la incorporación de nuevos casos.

En la *clase A* los pares reciben directamente tablas perpendicularmente. La tablazón sin otro elemento (A.01), es una solución muy extendida en viviendas populares en una extensísima área geográfica[2]. Una posible evolución (A.02), es disponer de tapajuntas transversales encajados en la cara lateral del par. Hemos constatado la existencia de esta subclase en palacios urbanos del trescientos.[3]

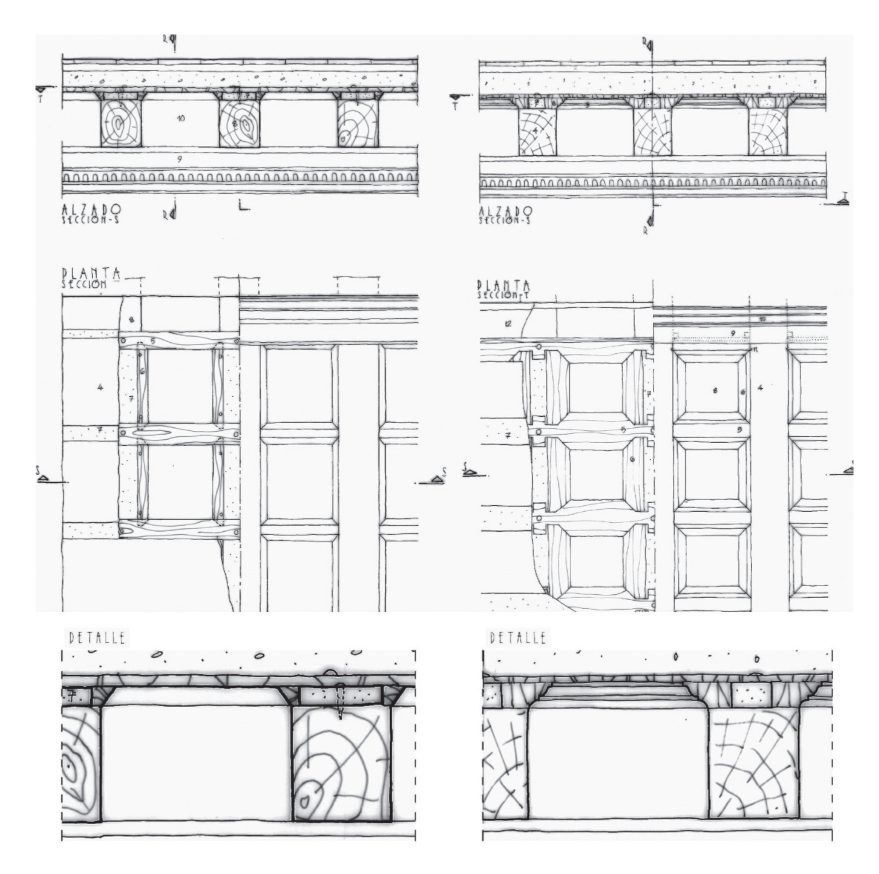


Figura 3
Alfarjes clase B. Alzado-sección vertical. Planta cenital y vista superior con secuencia de montaje y ensambles. Detalle de encuentro de pares con estructura primaria. Los dos casos muestran la evolución de molduras de las cintas y saetinos. Palau d'En Bou, Valencia. (Dibujo R. Soler et al.)

La *clase B* (figura 3), sobre la cara superior de los pares, dispone de unas latas dispuestas a intervalos regulares, en sentido transversal, que se complementa con otras piezas tapajuntas, dispuestos longitudinalmente sobre los pares, compartimentando la calle en casetones. La denominación predominante de la subclase (B.01), aunque no exclusiva, es la de alfarje de cinta y saetino. En su evolución las piezas citadas pueden ser rectangulares, trapezoidales o molduradas. Es una solución muy extendida en palacios o casas señoriales. Un caso peculiar (B.02) es el empleo de tableros cerámicos, y la ausencia del tapajuntas longitudinal o saetino.[4]

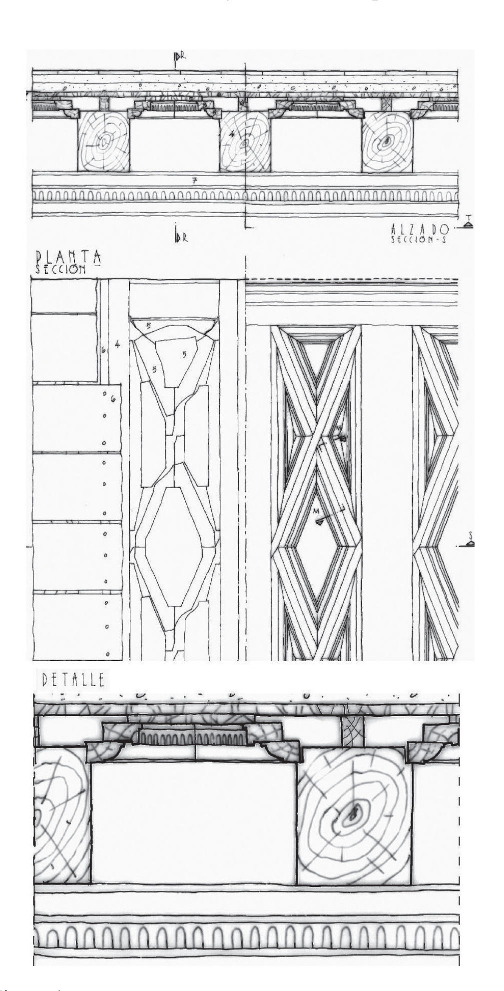


Figura 4
Alfarje clase C. Alzado-sección vertical. Planta cenital y vista superior con secuencia de montaje y ensambles. Detalle de encuentro de pares con estructura primaria y entablado con rastrel. Palau d'En Bou, Valencia. (Dibujo R. Soler et al.)

Diversos autores se refieren a las clases C y D que proponemos, como alfarjes de labor de menado,[5] debido a que las calles son decoradas con motivos geométricos de tradición mudéjar, como alfardones y chillas. Las hemos caracterizado porque el entablado, que frecuentemente recibe un solado, se posiciona sobre rastreles durmientes dispuestos longitudinalmente sobre los pares. Es de destacar que sin misión estructural, las piezas componentes del tablero inferior tienen mayor libertad formal, para emplear un amplio registro desde «lo morisco» hasta «lo romano».

En la *clase C* (figura 4), el tablero liso se dispone sobre un doble orden de listones moldurados, generalmente encajados en una entalladura del par, conformando los motivos geométricos.

La *clase D* (figura 5), dispone un tapajuntas moldurado que bordea perimetralmente la calle y el tablero puede ser liso o menado.

Al igual que hemos partido de la clase A como inicio, proponemos como final la *clase E* (figura 6). La solución formal es idéntica a la de un artesonado que dispusiera un entramado ortogonal resistente. Su adscripción a los alfarjes, clase E, la hemos realizado en base a la inexistencia de una estructura birreticular. En realidad no existen codales, porque es innecesario en el caso de pequeñas luces. Las caras laterales de los pares quedan ocultas por las bandas molduradas de los artesones. La misma pieza moldurada que reviste la cara inferior de los pares, se coloca transversalmente fijada a un par de listones formando los artesones. Su lectura nos sugiere las preguntas ¿es el último alfarje o el primer artesonado? O en realidad ¿alfarjes y artesonados son el mismo género y la misma especie?

Conclusiones

Sistema de componentes

Entendida la construcción como arte y ciencia, el estudio considera a los alfarjes como un sistema constructivo, de excepcional valor tecnológico. Es un sistema lingüístico de componentes compatibles, que la subdesarrollada construcción actual debiera trata de

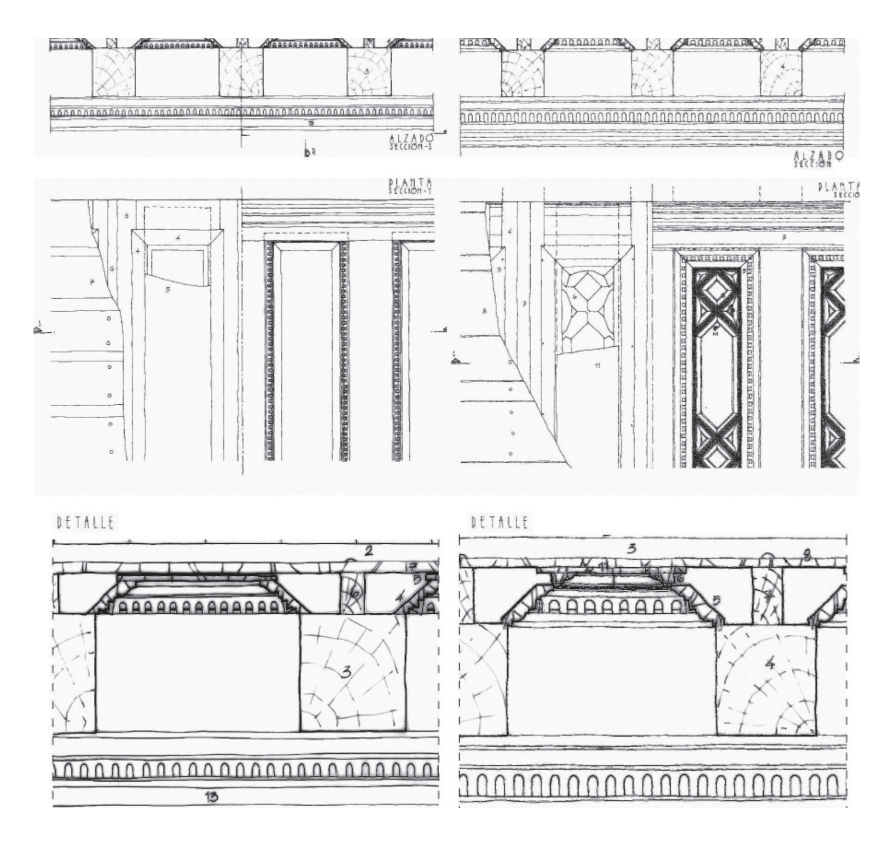


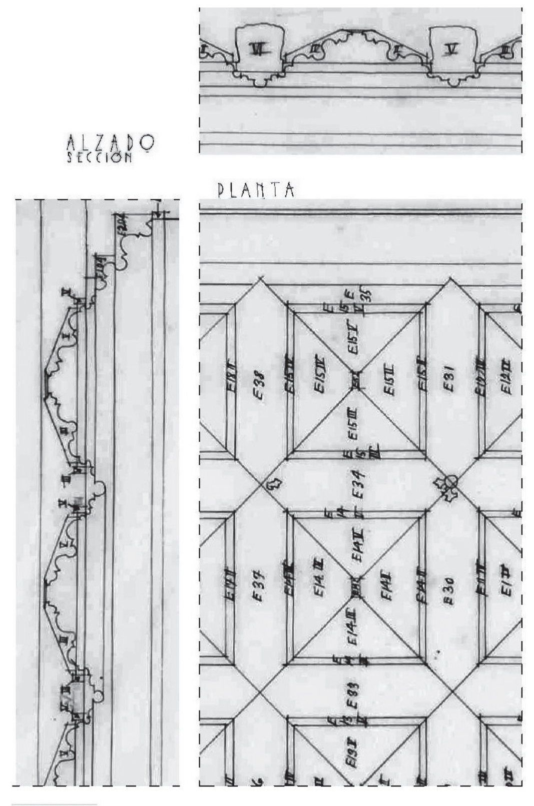
Figura 5
Alfarjes clase D. Alzado-sección vertical. Planta cenital y vista superior con secuencia de montaje y ensambles. Detalle de encuentro de entablado con rastrel, tablas molduradas y tapas. Evolución de calle corrida a alfardones. Palau d'En Bou, Valencia. (Dibujo R. Soler et al.)

imitar. Desde la concepción inicial, las trazas geométricas, los componentes seriados, sus reglas de enlace, siguen unas leyes precisas. Conceptos de industrialización abierta, cadena de montaje, creación de modelos casi ilimitados, versatilidad estética,… son aplicados armónicamente. Arquitecturas estudiadas como pretéritas, son sin embargo una lección a estudiar, tecnológicamente de vanguardia.

Artesones

La distinción entre artesonados y alfarjes se ha realizado según la estructura primaria. La de los alfarjes es unidireccional lineal, formada por pares independientes mientras que la de los artesonados su entramado resistente conforma una estructura birreticular, con nudos creados por el ensamblado de los pares con codales. Los modelos estructurales son muy distintos. La primera estructura es isostática fraccionada y la segunda es hiperestática, mucho más rígida y de comportamiento mecánico unitario. Es capaz de soportar mayores cargas y sobretodo cubrir mayores luces, con un uso más racional de la madera.

Considerar la existencia de casetones, o artesones como definitorio de los artesonados, puede provocar equívocos, pues no es precisamente un componente exclusivo, ya que la mayoría de alfarjes también los tienen. Se podría matizar que en los alfarjes los casetones se forman sobre la cara superior de los pares, no así en los artesonados, en los que las artesas se desarrollan con bandas molduradas que ocultan los



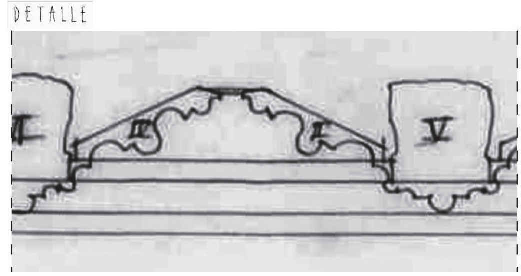


Figura 6
Alfarje clase E. Alzado-sección longitudinal y transversal. Planta cenital. Detalle revestimiento de par con piezas tapajuntas molduradas. Numeración de secuencia de proceso de desmontaje. Detalle realizado por el equipo de E. Fischer en 1916, durante el proceso de desmantelamiento del Palacio de los Centelles de Oliva (Valencia), para su traslado a Copenhague. El riguroso levantamiento proporciona una información que permite analizar todos los componentes superando el análisis formal. Estudio no publicado de A. Soler y R.Soler sobre el Notebook I. Archivo Municipal Oliva.

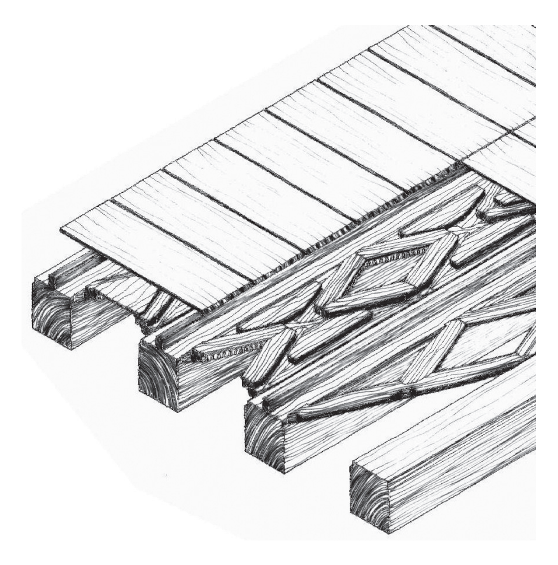


Figura 7
Componentes de un alfarje, ensambles y secuencia constructiva (Dibujo A. Sesé y R. Soler)

laterales de los pares. También es característica la planta reticulada situada en el plano inferior de los pares.[6]

Etimología

Hemos expuesto los problemas que plantea la elaboración de un léxico, en un período medieval fragmentado lingüísticamente. Somos partidarios del estudio particularizado de las capitulaciones o contratos de obra. En ocasiones, en la denominación de los componentes priman aspectos formales, en otras su función arquitectónica o su escuadría, por lo que hay que saber relacionar la cita documental con la solución constructiva. La ambigüedad, imprecisión o contradicciones de los textos sólo se puede soslayar si se conoce la obra a la que hace referencia, aunque su significado no se deberá de generalizar ya que podrá tener un ámbito temporal o geográfico limitado. En cambio creemos que es del máximo interés el estudio etimológico de las palabras, conocer si proviene del latín, del árabe, del francés, puede ayudar a establecer su origen. La fecha de aparición de las palabras o su inexistencia, el uso en el tiempo, o las referencias explicitas a motivos decorativos asocia-

dos a estilos o periodos, son otras vías posibles de analizar la documentación. Nuestro criterio es que se debería plantear una nomenclatura internacional, acordada mediante jornadas o seminarios.

Orígenes

Torres Balbás (1944) afirma que en los monasterios españoles, hacia el 1200 sus salas estaban cubiertas con alfarjes. Sus investigaciones se centran en diversos alfarjes «mudéjares» del siglo XIV y apunta que a finales del XV aparecen los techos artesonados de influencia italiana. Esta visión está generalmente aceptada y ha sido recogida, a grandes rasgos, por numerosos estudios publicados en fechas anteriores y posteriores a esta opinión expresada en 1944.

El estudio recopilatorio de Pavón Maldonado (2010) sobre los alfarjes, sitúa su origen en el siglo X, en las techumbres hispano-musulmanas de la mezquita cordobesa y de la Alfajería aragonesa y en palacios toledanos del XI, antecedentes de los alfarjes mudéjares posteriores que cita en un amplia área castellana y andaluza.

Aunque la cronología no constituye una especial preocupación de este estudio, tiene interés en cada caso indicar, si hay fuente documental directa, la fecha de ejecución. Si son noticias históricas, o estudios estilísticos, con viene recoger la fecha acotada en un intervalo más o menos preciso, según la fiabilidad de la información existente. La cronología sirve de base para estudiar las evoluciones e influencias, situando cada alfarje en su contexto cultural.

Superposiciones

Como es conocido, los alfarjes han sido en ocasiones trasladados y vueltos a montar, han sufrido modificaciones, alteraciones, mutilaciones, sustituciones de algunas piezas, objeto de reiteradas policromías… una vida llena de vicisitudes. Conviene realizar una lectura atenta, porque el alfarje original puede estar enmascarado. Puede ser de gran interés, desde múltiples puntos de vista, el estudio evolutivo de las superposiciones, debidas generalmente a intervenciones motivadas para subsanar deficiencias funcionales, que han contribuido a su mantenimiento y que han reflejado la evolución de las técnicas constructivas y del gusto estético. El tablero del friso puede ocultar unos canes mutilados, una policromía de decoración plateresca, puede ser la última capa sobre la inicial epigrafía musulmana (Pita Aguinaga 2001).

Notas

1. Sólo es posible en el caso de que se realice una intervención, disponer de los medios necesarios para realizar el estudio que proponemos. Es evidente que somos partidarios de la conservación de todos sus componentes. En caso de destrucción, la documentación todavía tiene más valor, documentar es conservar.
2. El alfarje calificado por Torres Balbás (1944) como el más antiguo conservado pertenece a la clase A.01 la tablazón va clavada directamente a la cara superior del par.
3. Viollet-le-Duc (1854-1868:199) con su precisión característica dibuja un alfarje, de par sobre jácena *poutre* moldurada apoyada en can. Los pares están separados una distancia de una calle igual al ancho. Tablas transversales *merrains* son clavadas a los pares, y se disponen tapajuntas moldurados, *masqués*, encajados en la parte superior del par, formándose incipientes artesones. Superiormente a las tablas se dispone una capa de mortero base del pavimento (figura 2).
4. Tramoyeres (1917) al referirse a artesonados moriscos desaparecidos, cita que empleaban placas o tableros cerámicos para cubrir las calles, que se apoyaban en piezas transversales de madera. Esta clase se empleó hasta finales del XV.
5. El arquitecto Antonio Orihuela (2006) agrupa en tres clases los alfarjes: Simples, cinta y saetino, de menado.
6. Luis Tramoyeres (1917) distingue artesonados de «*dos leyes constructivas peculiares*». Los labrados desde finales del siglo XIII hasta finales del XIV, de envigado lineal y entrecalles cubiertas con entableramiento ornamentado o liso. Los adjetiva por estilos, románico, ojival, mudéjar, morisco. El segundo o verdadero artesonado «embarsellat» los sitúa en el siglo XVI asociándolo al Renacimiento. El entrevigado y entrecalle es sustituido por artesas cerradas por molduras y la gramática decorativa es «a lo romano».

Lista de referencias

Fresán, J. 2011. *El sueño de la razón. La lógica matemática y sus paradojas*. Barcelona: RBA.

Nuere Matauco, E. 1989. *La carpintería de armar española.* Madrid: Ministerio de Cultura. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Nuere Mautaco, E. 2000. *La carpintería de armar española*. Madrid: Editorial Munilla Lería.

Orihuela, A. 2006. «The use of wood in Morisco houses in sixteenth Century Granada (Spain)». En Dunkeld, M.; Campbell, J.; Louw, H.; Tutton, M.; Addis, B.; Thorne, R. (ed), *Proceedings of The second International Congress on Construction History*, vol.3: 2363-2378. Cambridge. Construction History Society.

Pavón Maldonado, B. 2011. *Techumbres hispano musulmanas. Origen y evolución de su decoración geométrica. Segunda parte. Alfarjes*. Artículo inédito. http://www.basiliopavonmaldonado.es

Pita de Aguinaga, J. 2001. «Un alfarje rescatado». En *El Palacio de Dos Aguas. Claves de su restauración*, coordinado por Rallo Gruss, C. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Soler Verdú, R. 1997. «El Palau d'En Bou de Valencia, arquitecturas superpuestas». *Loggia: Arquitectura y Restauración*, 3: 60-73.

Torres Balbás, L. 1944. *Obra dispersa I Al-Andalus. Crónica de la España musulmana*, 2. Instituto de España. 1981. Crónica XV (Vol. IX, 1944, 2): 442.

Tramoyeres Blasco, L. 1917. «Los artesonados de la antigua casa municipal de Valencia». *Archivo de Arte Valenciano,* 1.

Viollet-le-Duc, E. M. 1854-1868. *Dictionnaire raisonné de l'Architecture française du XIª au XVº siècle*. Tome septième. Ed.1997. Intr. Caroline Mathieu: 198-207.

Análisis geométrico y estereotómico de los puentes en el Camino Real de Tierra Adentro (UNESCO 2010) mediante la utilización de fotogrametría digital de corto rango

Miguel Ángel Soto Zamora
Gerardo Araiza Garaygordobil
Edén Isaías Vizcaíno Hernández

El Camino Real de Tierra Adentro en México declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2010, fue la principal ruta comercial terrestre de la Nueva España entre los siglos XVI y XVIII, su recorrido conectó las provincias del norte de la Nueva España, con la Ciudad de México. Este camino sirvió para transportar la plata extraída de las minas de Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí, así como los insumos requeridos por la minería, importados desde Europa a través de los puertos de la época, además de propiciar el establecimiento de vínculos sociales, culturales y religiosos entre la cultura hispánica y las amerindias.

El objetivo de este trabajo consistió en la caracterización geométrica y estereotómica de las bóvedas empleadas para la construcción de algunos de los puentes supervivientes del Camino Real de Tierra Adentro, con la finalidad de contrastar las distintas técnicas constructivas y de diseño empleadas en la Nueva España. Para lo anterior dadas las limitaciones presupuestales y de tiempo, así como las características geográficas de la ubicación del camino, se determinó emplear la técnica de fotogrametría digital de corto rango, esta técnica al ser de bajo costo y fácil aplicación permitió realizar el levantamiento geométrico detallado, la estereotomía y los patrones de desgaste en varios puentes pertenecientes al Camino Real, en un tiempo muy reducido y con una infraestructura económica y de fácil acceso, brindando información imprescindible para la conservación de estos elementos patrimoniales. Durante el proceso se obtuvieron modelos tridimensionales vectoriales de cada uno de los puentes basados en fotografías digitales, los cuales conservan una precisión geométrica alta en relación a las dimensiones reales de las obras patrimoniales, a partir de los cuales se puede analizar la estereotomía y geometría de los mismos.

Contexto Histórico

Tras la caída de México-Tenochtitlan en 1521, la corona española comenzó una serie de expediciones para evaluar la factibilidad económica de la expansión colonial en América. El descubrimiento de ricas vetas de minerales preciosos en regiones no controladas aun, impulsó la expansión hacia el norte a mediados del siglo XVI, la fundación de minerales, tales como: Guanajuato [1546] y Zacatecas [1546], generó la necesidad de construir una red de caminos protegidos que permitiera el libre flujo de metales hacia el sur con la finalidad de embarcarlos en los puertos de Veracruz hacia España, así como de transportar los insumos necesarios para la actividad minera desde los puertos hacia el norte del territorio. La construcción del Camino Real de Tierra Adentro representó un hito en términos de la colonización de las provincias del norte de la Nueva España con una longitud de unos dos mil quinientos kilómetros construido, mantenido y utilizado entre los años de 1590 a 1850 (Martínez, Lamadrid y Loeffler 2009). Como refiere el texto de Martínez, su extensión se corresponde

con el fin de Mesoamérica y el inicio del territorio ancestral de las culturas Aridoamericanas. Estas culturas que nunca fueron sometidas por el imperio Mexica, se resistirían arduamente al avance español en sus territorios, sin embargo dado su carácter seminomada esta resistencia sería poco frontal en la mayoría de los casos, optando generalmente por escaramuzas en contra de los pueblos y caseríos fundados por la corona española, así como en contra de las caravanas mercantes. En el momento del contacto con los Españoles según Powell «las cuatro naciones principales de chichimecas eran los Pames, Guamares, Zacatecos y Guachichiles…» (Powell 1981), estas tribus rápidamente se resistieron al avance español en sus territorios. La guerra Chichimeca duró casi toda la segunda Mitad del Siglo XVI, sin embargo a pesar de su derrota las tribus chichimecas continuaron hostigando a las caravanas mercantes que recorrían el Camino Real.

Lo anterior, originó la necesidad de construir una serie de elementos de infraestructura que permitieran el transito seguro de mercancías por el camino real, esto dio origen a una gran cantidad de poblados-presidios que servían como postas de resguardo y abastecimiento para las caravanas, así como puntos de vigilancia para las guarniciones militares encargadas de la protección de los viajeros en el Camino Real.

> Los caminos reales fueron las rutas principales de transporte para la comunicación, el cambio cultural y el comercio. El ejército virreinal, organizado en compañías volantes de caballería ligera, protegía a los viajeros, el ganado y las mercancías… (Martínez, Lamadrid y Loeffler 2009)

Es necesario entender que el camino no era una sola ruta, sino que se comprendía de una red de caminos con algunos tramos empedrados y otros de terracería que conectaba puntos obligados en la traza del mismo, tales como las poblaciones en el norte de la Nueva España y los puentes que vadeaban las corrientes fluviales en la época de lluvias, si bien dadas las características Hidrometeorológicas de Aridoamérica, muchos de los cuerpos fluviales solo llevaban agua en época de lluvias y era posible vadearlos por distintas zonas durante la temporada de estiaje.

En 2010 el Camino Real de Tierra Adentro es declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO, según el dossier del monumento su nombramiento se realiza con base en la siguiente descripción:

> El Camino Real de Tierra Adentro, también conocido por el nombre de «Camino de la Plata», comprende cinco sitios ya inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial y otros 55 sitios más situados a lo largo de 1.400 de los 2.600 km de esta larga ruta que parte del norte de México y llega hasta Texas y Nuevo México, en los Estados Unidos. Utilizado entre los siglos XVI y XIX, este camino servía para transportar la plata extraída de las minas de Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí, así como el mercurio importado de Europa. Aunque su origen y utilización están vinculados a la minería, el Camino Real de Tierra Adentro propició también el establecimiento de vínculos sociales, culturales y religiosos entre la cultura hispánica y las culturas amerindias (UNESCO 2010).

Sin embargo este nombramiento, no consideró diversos sitios de gran importancia dentro de la ruta del Camino Real, tales como la hacienda de Jaral de Berrio de enorme importancia en la ruta original del camino. En la declaratoria fueron declarados nueve puentes ubicados en el trazo principal del camino, sin embargo para una ruta de 2.600 km en una orografía tan agreste como la del norte de México, resulta clara la falta de catalogación y declaración de muchos de estos elementos.

En la actualidad el INAH [Instituto Nacional de Antropología e Historia] a través de sus coordinaciones regionales intenta ubicar nuevos indicios del Camino Real, como tramos del mismo, puentes, humilladeros y muchos otros elementos pertenecientes o que tuvieron una relación simbiótica con el camino entre los siglos XVI y XIX. Sin embargo resulta claro que en medio de un territorio tan amplio, con una densidad poblacional tan baja, ubicado en zonas de inestabilidad social y con recursos sumamente limitados, el reto de documentar de manera adecuada los distintos elementos patrimoniales presentes en los 2.600 km de su extensión, resulta inmenso.

Es por lo anterior que se decidió aplicar una técnica novedosa en la medición y documentación de los puentes y diversos elementos en el Camino Real, la fotogrametría digital de corto rango. Esta técnica permite la creación de modelos vectoriales escalables a partir del procesamiento de fotografías digitales que pueden ser adquiridas por distintos dispositivos y en distintas sesiones. A partir de lo anterior fue posible realizar el análisis geométrico y estereotómico de

los puentes únicamente a partir de las fotografías y modelos generados, disminuyendo el costo del trabajo y permitiendo la masificación del mismo.

Metodología

El empleo de la fotogrametría digital es simple y se basa en capturar una secuencia de fotografías de un objeto, edificación o paisaje desde diferentes ángulos, debiéndose cumplir por lo menos dos condiciones:

a) Las fotografías deben de tener un traslape suficiente entre ellas con la finalidad de que el software detecte los puntos en común entre dichas fotografías.
b) Se debe cubrir en la medida de posible la totalidad del objeto o edificación a fin de evitar huecos en el mallado.

Siempre es necesario durante el levantamiento fotográfico registrar una o dos referencias en campo que permitan luego escalar el modelo para la correcta obtención de sus características geométricas y verificar la ausencia de distorsiones o deformaciones generadas por errores del procesamiento digital fotogramétrico o del levantamiento fotográfico.

El pre procesamiento de las fotografías mediante el uso de máscaras, se realiza seleccionando únicamente las zonas de cada fotografía que son requeridas para el modelo fotogramétrico, lo que concentra todos los puntos de empalme en zonas definidas mejorando la calidad del modelo generado, gracias a la densificación de puntos que realiza el software. Una vez realizado el pre procesamiento de la información, se realiza un proceso de cuatro fases las cuales coadyuvan en la integración final del modelo fotogramétrico:

a) La primera fase consiste en la orientación de fotografías, un proceso a través del cual el software seleccionado define una serie de puntos en común entre las fotografías, a través de los cuales calcula la posición relativa de cada foto-

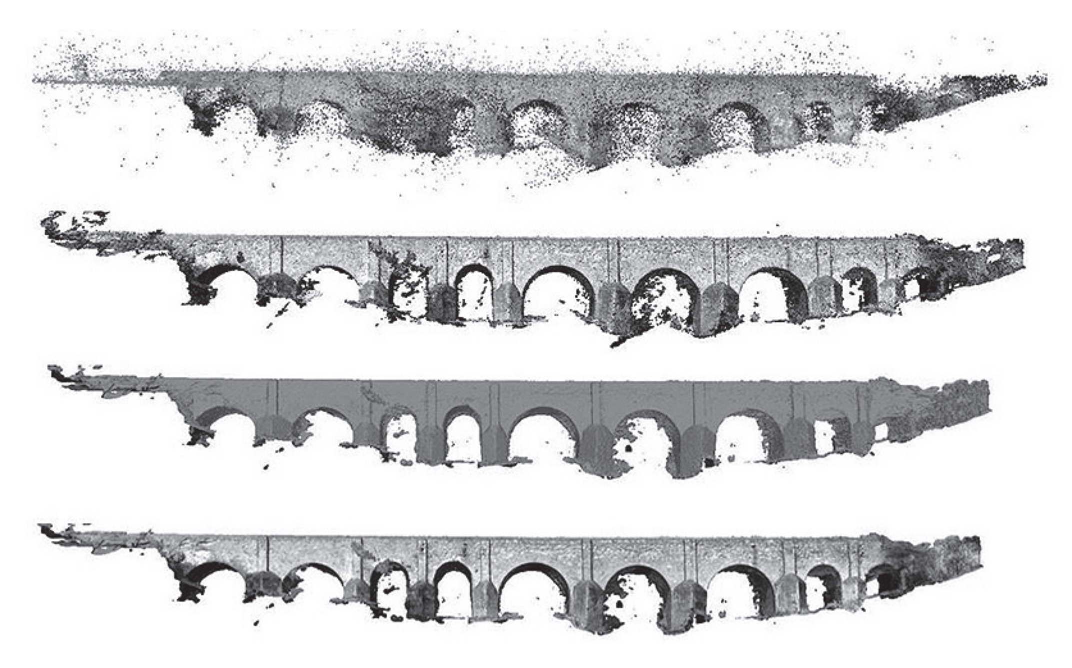


Figura 1
Etapas del procesamiento fotogramétrico del puente «San Ignacio», (a) Nube Dispersa, (b) Nube Densificada (c) Mallado geométrico y (d) Texturizado del puente. (Foto del autor 2014)

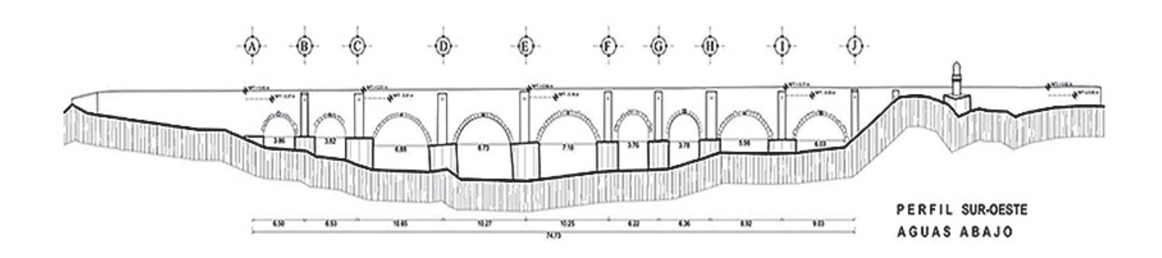
grafía y mediante una técnica de paralaje digital, calcula la profundidad de dichos puntos en el conjunto total de la escena. Este proceso permite al usurario obtener una nube de puntos dispersa cuya densidad dependerá de la cantidad de puntos a detectar por fotografía.

b) El segundo proceso consiste en densificar la malla de puntos dispersa, agregando puntos interpolados entre los puntos ya detectados en el primer procedimiento, cada uno de estos puntos, poseerá información relativa tanto a su posición espacial como un color definido de acuerdo con las fotografías de que haya sido obtenido. Durante esta etapa del modelado es común que se pase de tener cientos o miles de puntos a tener cientos de miles o millones de estos.

c) La tercera etapa realiza el mallado del modelo, en esta etapa una serie de triángulos definidos por los puntos de la nube densa o dispersa, son generados dando lugar a una malla de triángulos.

d) La última etapa en el proceso de modelación fotogramétrica, consiste en la detección y aplicación de texturas fotográficas sobre el mallado generado, lo cual produce una suavización de los bordes de la estructura modelada y además aplica iluminación a la malla del modelo.

Una vez que el modelo fotogramétrico está completo, es necesaria su importación a algún formato que sea reconocible para otros programas que permitan la manipulación digital de los modelos como es CAD o cualquier software de modelación tridimensional libre o comercial. Finalmente, a través de los modelos fotogramétricos vectoriales escalados se realiza el análisis geométrico de los distintos elementos de los puentes, dependiendo de la discretización realizada de la malla, es posible evaluar el desgaste de los elementos de la mampostería, sin embargo para que esto sea posible en términos de economía computacional, es necesario modelar elementos aislados del puente seleccionando únicamente la fotografías necesarias para que esto sea posible.



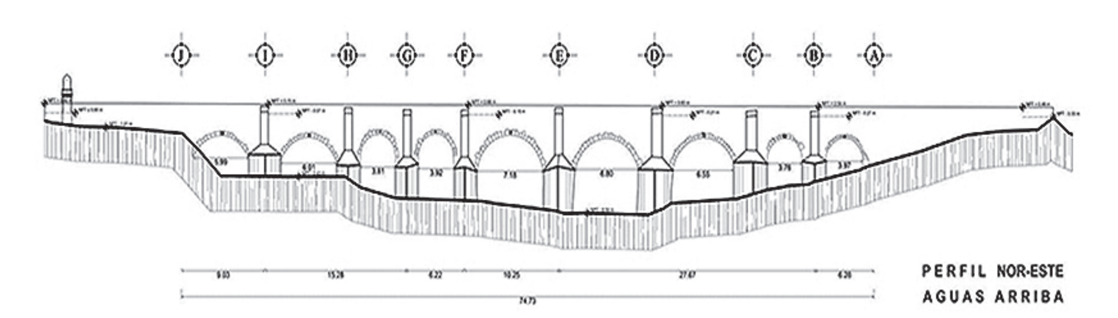


Figura 2
Perfiles Aguas Arriba y Aguas Abajo del puente «San Ignacio» obtenidos a partir de la modelación fotogramétrica. (Foto del autor 2014)

Equipos y Software empleados

Para la obtención de las fotografías terrestres de los modelos que se presentaran en este trabajo, se empleó una cámara fotográfica NIKON® Coolpix L820 de 16Mpx. Las tomas aéreas se realizaron con una cámara Go Pro 3.0 montada en un dispositivo de vuelo no tripulado Phantom® FC40 GPS Drone Cuadricóptero. El procesamiento de la información se realizó con el software Agisoft® versión Standard Licencia Estudiantil.

Análisis Geométrico y Estereotómico

El Puente de «San Ignacio»

El primer caso analizado con la técnica de la fotogrametría digital de corto rango fue el puente de «San Ignacio» en el estado de Aguascalientes. Este puente resulta de gran interés ya que es una de las pocas obras de infraestructura patrimonial que por su cercanía, ha sido absorbida por la mancha urbana y la cual sigue en funcionamiento intensivo a más de dos siglos de su construcción. El puente cercano a la Hacienda Nueva Morcinique en Aguascalientes, fue construido a mediados del siglo XVIII, representa un testimonio fehaciente de la acción pacificadora de los Jesuitas en territorio Chichimeca, así como de la expulsión de los mismos en 1767.

Este puente fue el primero en salvar las aguas del rio San Pedro, principal afluente en el valle de Aguascalientes, durante las grandes crecidas del mismo en épocas más recientes, ha denotado la excelencia de su diseño y procesos constructivos al sobrevivir dichas avenida por más de 200 años e incluso en algunas ocasiones ha fungido como la única salida viable al poniente de la ciudad. Sin embargo el deterioro producido por el paso del tiempo, así como los daños generados por un tráfico siempre creciente en cantidad y peso, amenazan seriamente su integridad estructural, por lo que resulta indispensable diseñar un plan integral de intervención y conservación de esta magnífica estructura, patrimonio histórico y fuente de identidad de todos los Aguascalentenses.

Una de las características más importantes y que hacen único al puente de San Ignacio entre toda la colección de puentes del Camino Real de Tierra Adentro, es el hecho de que cuenta con dos tipos distintos de arcos los cuales presentan niveles de deterioro distintos lo que es un claro indicativo de que durante cierta etapa de su vida el puente de San Ignacio colapsó manteniéndose únicamente cuatro de los arcos originales de la primera etapa de construcción, el resto del puente es producto de una segunda etapa constructiva realizada una vez que se resolvieron los conflictos legales tras la expulsión de los Jesuitas de la Nueva España, lo anterior se respalda de manera documental en el archivo de la Diócesis de Guadalajara (Gutiérrez 1999), es interesante apreciar que al contrario de la mayoría de los puentes en el camino, este puente cuenta con ornamentos en cada clave de los arcos pero diferenciándose los ornamentos de la primera y la segunda etapa constructiva del puente.

Las claves de los arcos sobrevivientes de la primera etapa constructiva contienen ornamentos relacionados con distintas imágenes de monjes o santos a los que sin embargo el desgaste hace imposibles de identificar, dicho desgaste se debe principalmente a dos factores: primero el hecho de que la primera etapa constructiva sucedió aproximadamente 40 años antes que la segunda y más importante aún el hecho de que la piedra en que fueron trabajados estos elementos es una piedra que se intemperiza con mayor facilidad. Por otro lado los arcos que se consideran de la segunda etapa constructiva cuentan con labrados que representan símbolos y letras los cuales se encuentran mejor conservados dado que en la segunda etapa constructiva se empleó una piedra de mejor calidad. Entre los casos analizados este es el único en el que se cuenta con ornamentos directamente sobre los arcos del puente.

La geometría empleada en la construcción de los cuatro arcos de la primera etapa constructiva del puente asemeja a la perfección a una bóveda de medio punto, en la que el centro geométrico (figura 3 (1)) del arco se encuentra perfectamente alineado con la clave del mismo geométrico (figura 3 (2)) y a su vez coincide de manera exacta con el plano de arranque de la bóveda geométrico (figura 3 (3)). Es posible observar como cada una de las dovelas e incluso la clave sólo fueron labradas en las caras expuestas formando prismas rectangulares irregulares. Mientras que en la parte superior y la cara que apunta al interior de la bóveda no se llevó mayor trabajo que el de la separación natural de la piedra. Asimismo es posible apreciar que las piedras fueron cortadas en ángulos que oscilan entre los 90° y los 110° redu-

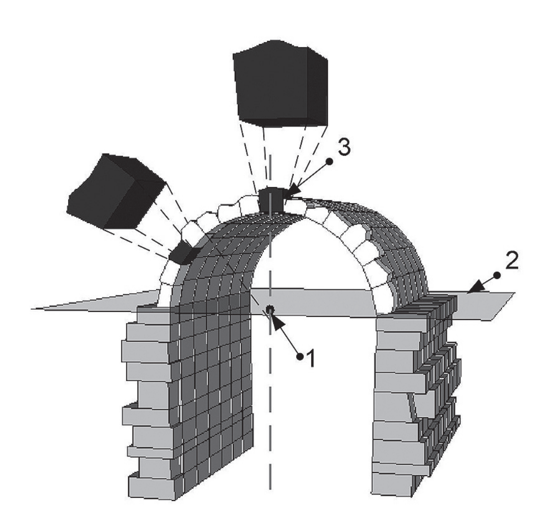


Figura 3
Modelo tridimensional general de los 4 arcos de la primera etapa constructiva del puente de «San Ignacio». (Foto del autor 2014)

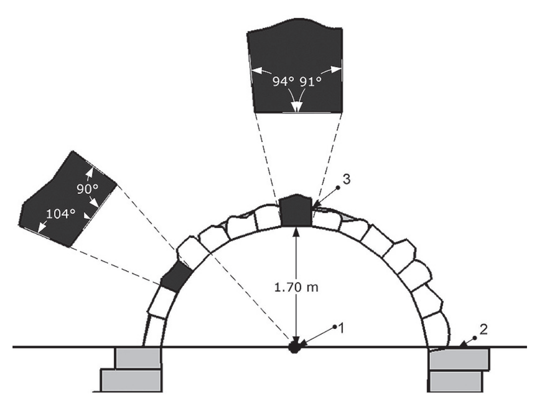


Figura 4
Vista frontal general de los 4 arcos de la primera etapa constructiva del puente de «San Ignacio». (Foto del autor 2014)

ciendo al mínimo el empleo de mortero en juntas de acuerdo a lo mostrado en las figuras 3 y 4.

El trabajo de cantería en estos arcos no es apreciable dado el desgaste profundo en los mismos, generado por una reacción adversa del material, posiblemente una toba fácilmente deleznable por la presencia de componentes ferrosos en la misma. El radio de estos arcos equivale aproximadamente a 2.02 varas en el sistema de unidades empleado en la Nueva España en el periodo en cuestión.

Mediante la revisión detallada del modelo fotogramétrico fue posible determinar una correspondencia casi exacta entre la geometría del arco con la obtenida a partir de la metodología clásica para su trazo, lo cual nos indica un cierto tipo de pericia en el constructor original del puente que sin embargo falló en el cálculo estructural, como lo constata el colapso de una parte importante del puente durante las etapas tempranas de su construcción inicial.

En el caso de las bóvedas que se suponen de la segunda etapa constructiva del puente es posible verificar a simple vista y mediante mediciones precisas que no confluyen en un arco de medio punto sino que más bien dada su composición geométrica, se tratan de arcos rebajados formando bóvedas de cañón rebajadas. En el caso de estos cinco arcos es posible determinar que el segmento circular sustentado entre la cuerda geométrica que forma la línea de arranque tiene un centro (figura 6 (1)) que no es coplanar al plano de arranque de la bóveda (figura 6 (2)). Situándose a cierta distancia bajo dicho plano de manera colineal con la clave de los arcos (figura 6 (3)), excepto en el caso de los arcos 5 y 6 en los cuales la clave se desplaza ligeramente hacia el poniente.

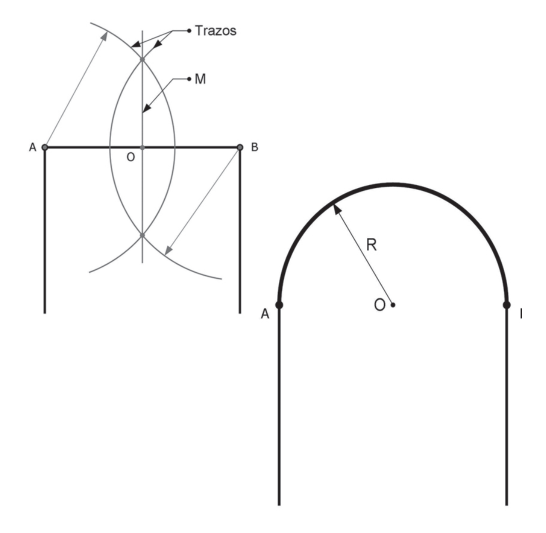


Figura 5
Traza geométrica clásica de los arcos de Medio Punto. (Sánchez 2011)

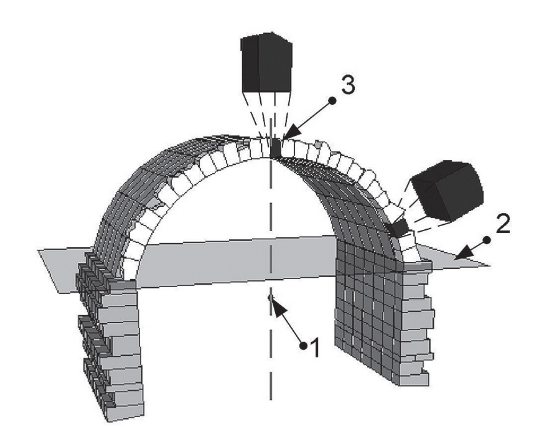


Figura 6
Modelo tridimensional general de los 5 arcos de la segunda etapa constructiva del puente de «San Ignacio». (Foto del autor 2014)

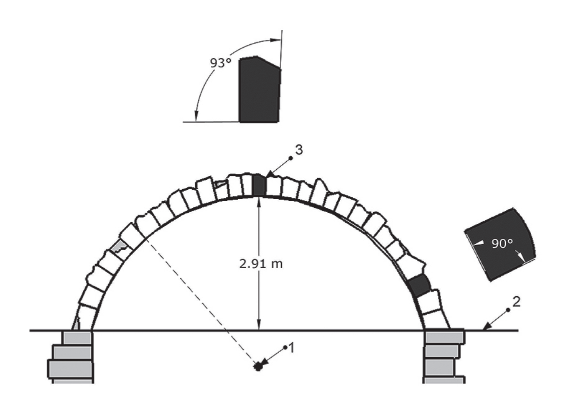


Figura 7
Vista frontal general de los 5 arcos de la segunda etapa constructiva del puente de «San Ignacio». (Foto del autor 2014)

En el caso de los arcos rebajados del puente de San Ignacio es necesario inferir según lo dicta la traza geométrica clásica de este tipo de arcos que el vértice V estuvo dado como un punto obligado para respetar los niveles de la calzada sustentados por los arcos sobrevivientes de la primera etapa constructiva tras el colapso parcial del puente, sin embargo resulta extraño el cambio de dimensiones entre los arcos de las dos etapas constructivas del puente.

Inicialmente el proceso de investigación se planteó la hipótesis de que originalmente todos los arcos del puente fueran de la misma dimensión y que tras el colapso se decidió aumentar el área hidráulica del mismo creciendo geométricamente los arcos para

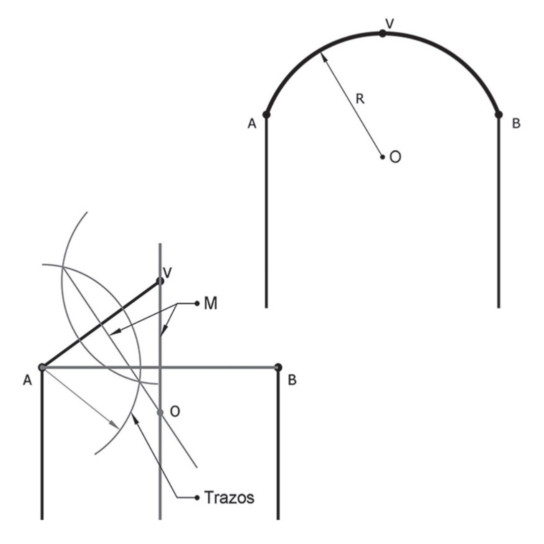


Figura 8
Traza geométrica clásica de los arcos Rebajados. (Sánchez 2011)



Figura 9
Vista general del Puente «La Quemada» en San Felipe, Guanajuato. (Foto del autor 2015)

permitir el paso de un mayor caudal en el río, dicho crecimiento en conjunto con la altura obligada por los arcos subsistentes habría generado la forma rebajada de dichos arcos, sin embargo el modelo fotogramétrico permitió observar una rotación inexplicable en términos constructivos en los ejes E y D de los cuales sustentan los tres arcos rebajados centrales, lo cual sólo es atribuible a las fuerzas del agua durante el colapso parcial del puente indicándose así que la rotación en estos ejes originó el colapso de los arcos 5, 6 y 7, estas pilas a pesar de su deformación sobrevivieron y eventualmente fueron utilizadas en la reconstrucción de los tres arcos dañados durante el colapso del puente en edades tempranas de su construcción inicial, lo anterior indicaría que dichos arcos eran rebajados desde la primera etapa constructiva y que después de la falla fueron reconstruidos con una geometría similar, pero ensanchando la sección de los contrafuertes para evitar un nuevo colapso.

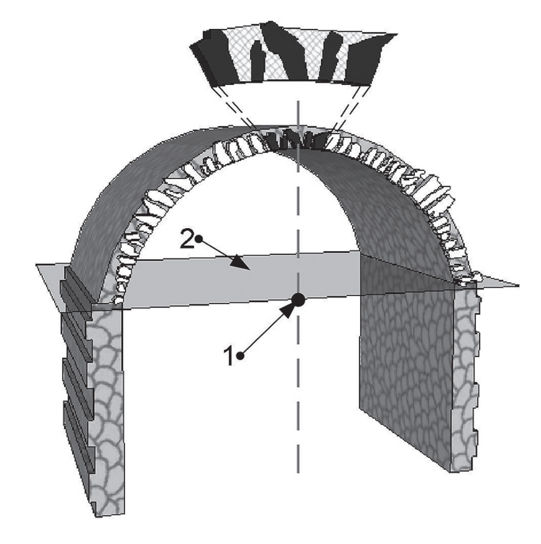


Figura 10
Estereotomía y geometría del modelo del arco de medio punto en el puente «La Quemada». (Foto del autor 2015)

Puente «La Quemada»

El puente de la quemada ubicado en el municipio de San Felipe en el estado mexicano de Guanajuato es uno de los puentes declarados patrimonio de la humanidad en 2010 por la UNESCO, el puente tiene como característica principal el estar fabricado casi en su totalidad con piedra bola de río en su mayoría sin ningún tipo de labrado o trabajo adicional a excepción de un careado externo, incluso los arcos y bóvedas están formados por este material lo que supone la presencia de cimbra durante la totalidad del proceso constructivo hasta el punto en que el mortero adquiere su resistencia de diseño.

La geometría empleada en la construcción de los arcos del puente asemeja a la perfección a una bóveda de medio punto, en la que el centro geométrico (figura 10 (1)) del arco se encuentra perfectamente alineado con el centro del arco, sin embargo dado el material de construcción, es imposible determinar una de las piezas como clave del arco, y a su vez coincide de manera exacta con el plano de arranque de la bóveda (figura 10 (2)). Así mismo la presencia de restos de aplanados previene la determinación correcta de la estereotomía de las dovelas de los arcos, por lo que las representaciones mostradas son aproximaciones generadas a partir de la zona visible de dichos elementos constructivos en las zonas en que se ha perdido el aplanado.

La calidad del puente en cuanto a su construcción es buena sin embargo los materiales empleados son claramente de la región por lo que podemos inferir que el maestro constructor se vio obligado a trabajar con los materiales de la zona debido a las limitaciones presupuestales del momento, sin embargo la cantidad de mortero de cal empleada es basta, lo que contradeciría dicha teoría inicial, el trazo geométrico si bien es preciso en la representación del arco de medio punto este posee inconsistencias debidas a la baja trabajabilidad del material. Sin embargo como podemos observar es uno de los mejores en cuanto a conservación se refiere lo cual puede deberse al mismo material del que está constituido ya que como se sabe la piedra bola de río es uno de los materiales más resistentes debido a que los procesos de intemperismo ya se han producido en dicho material.

Puente «El Tule»

El puente del Tule se encuentra ubicado en el municipio de Asientos en Aguascalientes este puente estuvo enterrado completamente hasta hace un par de años



Figura 11
Fotografía Aguas Arriba del puente «El Tule» en Asientos. (Foto del autor 2015)

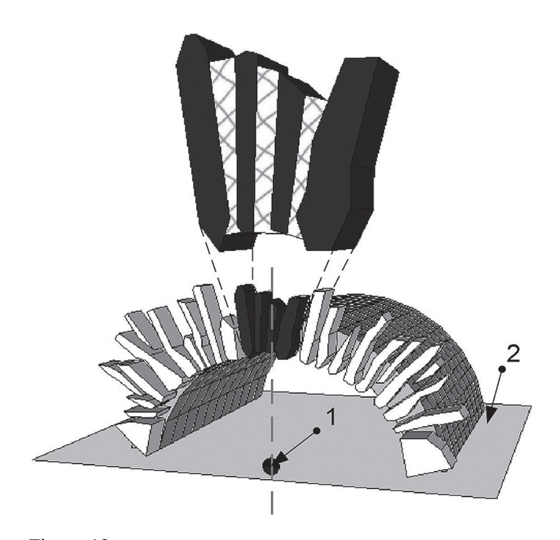


Figura 12
Modelo de los arcos aguas abajo del puente «El Tule», Asientos, Aguascalientes. (Foto del autor 2015)

cuando la crecida del río que vadea lo desenterró parcialmente. La geología de la zona presenta formaciones sedimentarias que dieron origen a las piedra con la que está construidas las bóvedas del puente, es posible apreciar en una hacienda cercana al puente la presencia del mismo material en la construcción de los silos y la capilla perteneciente a dicho conjunto patrimonial. Actualmente es posible observar seis arcos similares uno de los cuales presenta un colapso parcial.

Una de las características que hacen tan especial a este puente es el hecho de que en la cara aguas arriba del mismo se hayan colocado piedras con una muescas labradas que permite la colocación de tablones con la finalidad de almacenar agua lo que convierte este puente en el único registrado en la zona con una doble función pues además de librar el cauce del rio sobre el cual se construyó, permite represar una cierta cantidad de agua lo cual ciertamente fue extremadamente redituable en una hacienda de producción agropecuaria como lo fue «El Tule». Las bóvedas en el puente están configuradas como bóvedas de cañón de medio punto, sin embargo la modelación aún no se encuentra completa dado que varios en la actualidad se encuentran parcialmente enterrados.

Puente «Ojuelos»

El puente «Ojuelos» conocido regionalmente como el puente de la plata se encuentra sobre el ramal principal del Camino Real, en la frontera entre los estados de Zacatecas y Jalisco. Una de las características más distintivas es el uso de bóvedas apuntadas rebajadas, que si bien dan el aspecto de generar arcos ojivales estos no se llegan a completar de acuerdo a las recomendaciones clásicas para el trazo de los mismos.

El por qué fueron utilizados este tipo de arcos en la construcción del puente es desconocido, sin embargo un detalle interesante es que la antigua arquería del parían en la comunidad de Ojuelos tiene arcos ojivales con la diferencia de que estos no son rebajados como en el caso del puente de ojuelos, por lo que puede tratarse bien de una técnica constructiva regional o quizás un símbolo de identidad común a la región.

El trazo que mejor se adecua a la geometría de las bóvedas del puente de Ojuelos, se logra aplicando la traza geométrica clásica de los arcos apuntados rebajados en el cual se obtienen mediatrices a ambos lados de la mediatriz principal de la línea de arranque obteniendo el punto O_1 a ambos lados de los apoyos del arco, por definición el arco ojival se traza a partir de estos dos centros, uniéndolos en un vértice V. Esta metodología permite trazar un arco muy parecido a los de dicho puente, sin embargo no coincide con todos los



Figura 13
Puente «Ojuelos» en el municipio del mismo nombre en el estado de Jalisco. (Foto del autor 2015)

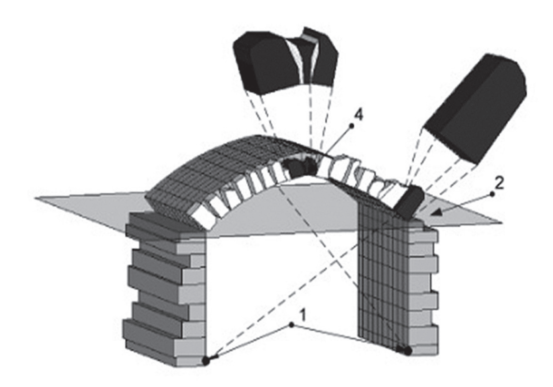


Figura 14
Modelo de los Arcos Apuntados Rebajados el puente «Ojuelos». (Foto del autor 2015)

arcos del mismo, debido principalmente a que no en todos se respetó el principio de la doble mediatriz, y en algunos la diferencia puede ser significativa en términos de la luz del arco ojival rebajado.

Conclusiones

Los puentes en el Camino Real de Tierra Adentro fueron construidos en distintas épocas y en términos generales no se obedeció de manera tácita un plan maestro o regulaciones de algún tipo para su trazo geométrico, materiales de construcción o estereotomía. Es posible observar que los materiales empleados para la construcción de los puentes fueron variados, con una fuerte tendencia a emplear materiales de la región, lo más cercanos a la zona de construcción del puente. Es posible observar un cierto nivel de empirismo en la mano de obra al solucionar las problemáticas con cambios simples en la geometría o en los materiales, el hecho de que no sea posible conseguir información escrita respecto a la técnica constructiva y el diseño de los puentes sugiere fuertemente que en su gran mayoría fueron construidos y mantenidos por maestros de obra sin demasiada instrucción formal pero con un entendimiento sobresaliente de la geometría y el trabajo de materiales complejos.

La casi total falta de ornamentación así como el hecho de que la estereotomía de las piezas de mampostería de las bóvedas indica que estas fueron labradas únicamente en las caras indispensables para la

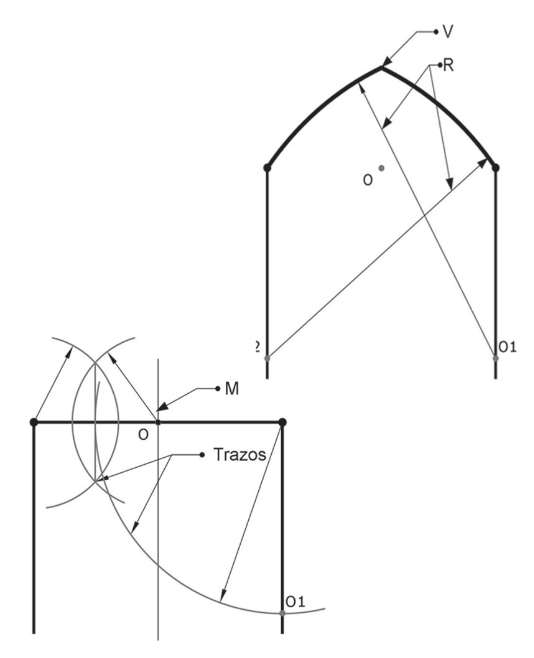


Figura 15
Traza geométrica clásica de los arcos apuntados rebajados (Sánchez 2011)

realización de su función en el mejor de los casos, indican la celeridad del planteamiento en la construcción de estas obras, en otros casos incluso la piedra laja se utilizó sin ningún tipo de cincelado más que el dar a la laja las dimensiones necesarias para su posicionamiento geométrico. Es importante hacer notar también, que la calidad de estas obras se dio en función a la importancia de los asentamientos cercanos a dichas obras, de manera general si la población que financiaba la construcción del puente era importante y contaba con vecinos notables era más fácil construir y mantener en buen estado estas obras dado que en muchos casos su presencia servía como un detonante de la economía local.

La geometría de las bóvedas de los puentes obedece de manera general a un arco directriz por lo que puede afirmarse que en casi todos los casos son bóvedas de cañón, sin embargo la variedad en la geometría de los arcos directrices brinda distintos tipos de cañón, es posible encontrar: bóvedas de medio punto, de cañón apuntadas, de cañón rebajadas e incluso en casos raros bóvedas rampantes. La geometría de las bóvedas de los puentes en muchos casos se relaciona con la geometría de los arcos utilizados en poblaciones cercanas, lo cual probablemente se deba a la presencia de la misma mano de obra en ambos elementos constructivos, sin embargo resulta difícil descartar la geometría de estos como elemento de identificación de la comunidad.

Lista de Referencias

Gutiérrez Gutiérrez, J. A. 1999. *Historia de la Iglesia Católica en Aguascalientes: Parroquia de la Asunción de Aguascalientes.* Universidad Autónoma de Aguascalientes. Vol. 1

Martínez, T.; E. Lamadrid y J. Loeffler. 2009. *El Camino Real de Tierra Adentro*. 1a ed. Puebla, México: Colegio de Postgraduados y Mundi-Prensa México, S.A. DE C.V.

Powell, P. W. 1981. *La Guerra Chichimeca (1550-1600)*. 1a ed. Cd. de México: Fondo de Cultura Económica.

Sánchez Sánchez, N. 2011. *Geometría de los arcos: Guía para la construcción y trazado de arcos*. 1a ed. Murcia, España: Consejería de Educación Formación y Empleo de la Región de Murcia.

UNESCO 2010. WHC-10/34.COM/20, Brasilia, Brazil: World Heritage Committee.

Los protagonistas del desarrollo inicial de las fachadas ventiladas: investigadores e institutos tecnológicos

Gonzalo Souto Blázquez

El presente trabajo se centra en la labor llevada a cabo por los investigadores responsables del desarrollo inicial de las fachadas ventiladas, quienes realizaron los primeros planteamientos teóricos de este tipo constructivo durante las décadas de 1940 y 1950. Una vez identificados, se ha analizado su trayectoria profesional como estudiosos de la materia, su trabajo dentro de los institutos tecnológicos a los que pertenecían o con los que tenían relación, la difusión de sus investigaciones a través de artículos e informes técnicos, la colaboración entre colegas, etc. Este trabajo no sólo pretende explicar el desarrollo constructivo de las fachadas ventiladas durante este periodo –cuyo alcance fue bastante limitado–, sino que su objetivo principal consiste en comprender el contexto socio-cultural y científico en el que tuvo lugar el origen de la versión contemporánea de este tipo constructivo, y que propició su evolución durante las décadas siguientes.

Para su realización se ha consultado, entre otra documentación, la producción científica de estos investigadores, que ha sido rastreada y localizada mediante diferentes recursos, desde bases de datos en línea hasta listas de publicaciones y anuarios confeccionados durante el periodo considerado por los institutos tecnológicos a los que pertenecían. Igualmente, se han consultado otros documentos de la época, en los que se describe cómo se gestionaba la investigación en materia de Edificación a mediados del siglo XX, qué mecanismos de financiación existían, cómo se organizaban internamente los institutos tecnológicos o cuáles eran sus prioridades. Aunque no ha sido posible contactar directamente con los personajes a los que nos referiremos, ya que todos ellos han fallecido, sí se ha establecido comunicación con algunos de sus familiares y con personal en activo de las universidades y de los institutos tecnológicos con los que tuvieron relación; en aquellos casos en los que dichos institutos han desaparecido como tal, nos hemos remitido a los centros de investigación a los que han dado lugar.[1]

Introducción

La fachada ventilada (en inglés, *rainscreen wall*) es un tipo de cerramiento vertical sustentado, multicapa y multihoja, que consta de una hoja exterior (*rainscreen*) separada por una cámara de aire drenada y ventilada de una hoja interior, sobre cuya superficie se dispone una capa continua de aislamiento térmico o termo-acústico.

Aunque antes de comenzar el siglo XX ya existían soluciones de fachada multihoja con cámara drenada y/o ventilada, como el *shingled wall* nórdico, el *cavity wall* anglosajón o el tabique pluvial mediterráneo, podemos considerar que las fachadas ventiladas, tal como las conocemos actualmente, se desarrollaron a partir de la década de 1940, después de finalizada la II Guerra Mundial.

A pesar de que la configuración de las fachadas ventiladas permite proteger su hoja interior tanto de

la radiación solar como de las precipitaciones (efectos «sombrilla» y «paraguas»), al tiempo que garantiza un correcto aislamiento térmico de la envolvente, lo cierto es que esta solución inicialmente se desarrolló en países con climas húmedos con el objetivo de mejorar la protección frente al agua atmosférica de los cerramientos verticales de una única hoja, que convencionalmente se construían con materiales permeables al agua (de ahí que el nombre de las fachadas ventiladas en inglés sea *rainscreen wall*, que literalmente significa «fachada con pantalla pluvial»).

Tal como veremos a continuación, la primera formulación teórica de una fachada ventilada fue enunciada en 1946 por el ingeniero sueco Carl Hugo Johansson, que desarrolló su actividad docente e investigadora en el seno de la *Kungliga Tekniska Högskolan* (en adelante KTH) de Estocolmo, gracias en parte al apoyo económico proporcionado por el Comité Nacional para la Investigación en Edificación, *Statens Kommitté för Byggnadsforskning* (en adelante SKB). Los investigadores suecos estaban en contacto con sus colegas canadienses de la *Division of Building Research* (en adelante DBR), lo que permitió que estos últimos tomaran conocimiento de la propuesta de Johansson y reconocieran sus potenciales prestaciones. Algunos canadienses, como Neil Barron Hutcheon y Walter Harvey Ball, contribuyeron con sus estudios al conocimiento del comportamiento de los cerramientos verticales y promovieron el uso de las fachadas ventiladas por medio de sus publicaciones.

Las aportaciones realizadas por Johansson, Hutcheon y Ball constituyeron la base sobre la que se asentó el posterior proceso de evolución tipológica y constructiva de las fachadas ventiladas, en el que participaron –además del propio Hutcheon– otros investigadores como Birkeland, Isaksen o Garden, y que daría lugar al desarrollo de los subtipos conocidos como «fachada drenada-trasventilada» y «fachada ventilada con equilibrio de presiones».

Orígenes de las fachadas ventiladas en Suecia

A mediados del siglo XX, algunos investigadores escandinavos mostraron interés por mejorar la protección de los edificios frente a los agentes atmosféricos, y en especial frente a las bajas temperaturas y a las precipitaciones de lluvia y nieve. Para ello, previamente necesitaban adquirir los conocimientos científicos que les permitiesen comprender el comportamiento ante la intemperie de la envolvente. Fue esta motivación la que los animó a realizar investigaciones de diversa índole –cálculos y ensayos en laboratorio, trabajos de campo, estudios patológicos, etc. – sobre aspectos directa o indirectamente relacionados con esta cuestión, como la climatología o los mecanismos de filtración del agua y de migración de la humedad a través de los cerramientos. Entre los investigadores que destacaron en estos campos se encuentran los suecos Johansson y Persson (1943, 1946, 1949), Edenholm (1945), Hobohm (1949) y Holmqvist (1950, 1953, 1957), o los noruegos Svendsen (1955), Hoppestad (1955) y Birkeland (1957).

Fue precisamente en el ámbito de una de estas investigaciones en donde surgió la primera formulación teórica de una fachada ventilada, propuesta en 1946 por el profesor e investigador Carl Hugo Johansson, a quien podemos considerar como el «padre intelectual» de la versión contemporánea de este tipo constructivo.

Dr. Carl Hugo Johansson (1898-1982)

Johansson nació el 6 de enero de 1898 en Östra Ljungby (Escania, Suecia). Cursó estudios de Ingeniería Electromecánica en el *Chalmers Tekniska Institut* de Göteborg (1917), de licenciatura en la *Lunds Universitet* de Lund (1923) y de Ingeniería Civil en la KTH de Estocolmo (1934). Poco después de finalizar sus estudios de Ingeniería Electromecánica empezó su actividad laboral como empleado en una empresa del ramo en Helsingborg, en donde permaneció durante 1917 y 1918, y entre 1919 y 1921 trabajó en Mälmo para una consultora de ingeniería eléctrica. Posteriormente pasó a formar parte del consejo de dirección de la empresa familiar de fabricación de puertas de madera *Ji-Te AB* en Åstorp, Escania, fundada en 1902 por su padre.[2]

Johansson compaginó su trabajo en la dirección de la fábrica con su carrera docente en la KTH, que comenzó con tan sólo 25 años de edad y que se prolongó durante más de 35 años; empezó a trabajar como asistente del profesor Gudmund Borelius en el Departamento de Física (1923-1928), y posteriormente ejerció como primer asistente (1929-1939), como

profesor de física (1939-1957) y finalmente como catedrático (desde 1957).

Las áreas de especialidad de Johansson eran muy variadas, lo cual se debía en parte a su completa formación universitaria: era experto en física, en metalografía, en explosivos y en métodos de detonación y voladura. Durante la II Guerra Mundial fue uno de los primeros científicos empleados por el Instituto Militar de Física, *Militärfysiska Institutet*, una organización creada en 1941 con la intención de que los departamentos de física de las universidades de Suecia pudiesen colaborar en la defensa del país; cuando en 1945 este instituto se convirtió en el Instituto de Investigación en Defensa, *Försvarets Forskningsanstalt*, Johansson fue nombrado director adjunto de su laboratorio de explosivos. Al año siguiente y hasta 1959 ejerció como jefe de laboratorio en las nuevas instalaciones que el fabricante de munición y explosivos *Nitroglycerin AB* –empresa creada por Alfred Nobel– había establecido a las afueras de Estocolmo, y entre 1953 y 1963 fue director gerente de la Fundación Sueca para la Investigación en Detonaciones y Explosivos, *Stiftelsen Svensk Detonikforskning*.

El estudio de las publicaciones de Johansson permite entender el importante trabajo que desarrolló,



Figura 1
Carl Hugo Johansson a los 42 años (Gierow et al. 1940)

como investigador de la KTH, en el campo de la Edificación. Durante las décadas de 1930 a 1950 llevó a cabo diversas investigaciones en las que aplicó sus conocimientos de física al estudio de los procedimientos de transmisión de calor a través de los cuerpos sólidos, de los mecanismos de absorción y difusión de la humedad a través de los materiales de construcción y de los procesos de migración de la humedad en fachadas; en estos trabajos consideró, además, los diferentes tipos de humedades que afectan a los cerramientos, en función de su fuente de origen: procedente del ambiente interior, del agua atmosférica o del agua procedente del terreno.

La primera propuesta conocida de una fachada ventilada aparece recogida en una de estas publicaciones, en donde explica el análisis que realizó –a partir de estudios ya existentes– para determinar qué influencia tiene la humedad sobre la conductancia térmica de los ladrillos (Johansson 1946). Aunque en este artículo no incluyó ningún esquema ni detalle constructivo, sí ofreció una descripción bastante clara de lo que sugería: una solución constructiva de fachada constituida por una hoja de revestimiento ejecutada con materiales ligeros y con baja permeabilidad (que denominó *regnskärm*, término sueco que significa «pantalla pluvial»), colocada hacia el exterior de un muro de fábrica de ladrillo, definiendo entre ambas una cámara de aire drenada y ventilada; además, indicó que si se dispusiese una capa de aislamiento térmico adosada a la cara exterior del muro de ladrillo, ello repercutiría en una importante mejora de las prestaciones térmicas del cerramiento.

Statens Kommitté för Byggnadsforskning (SKB)

Johansson no pertenecía a ningún instituto de investigación, sino que exclusivamente desarrolló su actividad investigadora en el seno del KTH. Sin embargo, tanto él mismo como su mentor, el profesor Borelius, recibieron diversas subvenciones por parte del SKB, que les permitieron desarrollar varios proyectos de investigación sobre la transmisión de la humedad a través de los materiales de construcción (Tengvik 1945; Rosenström 1949). En ellos estudiaron el comportamiento higrotérmico de los cerramientos verticales y el riesgo de formación de condensaciones superficiales e intersticiales, que son aspectos

fundamentales para el diseño de cualquier fachada. Presumiblemente, estos estudios habrían influido en Johansson a la hora de formular su propuesta de fachada ventilada, ya que, como hemos dicho, en ella consideró la conveniencia de disponer una capa continua de aislamiento térmico adosada al exterior de la hoja interior, lo que sin duda ofrece un óptimo comportamiento higrotérmico.

El SKB fue una institución pública sueca que existió entre 1942 y 1953.[3] Se creó a propuesta del gobierno para promover, dirigir y coordinar la investigación científico-técnica en el ámbito de la Edificación, y para asignar subvenciones para su fomento; además, se encargaba de editar y difundir las publicaciones resultantes de dichas investigaciones. Este organismo estaba constituido por un presidente y por otros veinte miembros que representaban a cada una de las principales instituciones, asociaciones y universidades relacionadas con la Edificación en Suecia, y no disponía de personal investigador propio, sino que se limitaba a financiar a investigadores externos. Sus intereses se centraban en aquellas investigaciones que tuviesen como objetivo mejorar las prestaciones de los edificios o abaratar los costes de ejecución o de uso, y en consecuencia, consideraban prioritarias las relativas al aislamiento térmico y a la protección frente a la humedad de la envolvente (Tengvik 1945; Nordlander 1994). Sin duda, dichas investigaciones sirvieron –directa o indirectamente– para propiciar el posterior desarrollo de las fachadas ventiladas.

Orígenes de las fachadas ventiladas en Canadá

Las razones que motivaron el desarrollo del nuevo tipo constructivo en Canadá son similares a las que se habían dado previamente en Suecia: en ambos casos el clima es especialmente húmedo, y también en ambos casos existía una misma inquietud entre sus científicos por proteger la envolvente de los edificios frente al agua atmosférica. Estas coincidencias condujeron a los investigadores de estos países a establecer un vínculo que les permitiese colaborar entre ellos; así, tenemos constancia de que los canadienses de la DBR compartían con sus homólogos suecos información relacionada con el comportamiento de los cerramientos ante la humedad y la temperatura; los primeros conocían el trabajo de los principales estudiosos suecos de la materia, como Johansson, Edenholm, Hobohm y Holmqvist, e incluso llegaron a traducir algunos de sus artículos y a publicarlos dentro de la serie *Technical Translations* de la DBR. De acuerdo con el primer director de la DBR, Robert Ferguson Legget:

> «The National Research Council through its Division of Building Research has a close link with building research work in Sweden following a visit by the writer to Sweden in 1948. Climatic conditions in Sweden are similar to those in Canada and it is hoped to develop fruitful liaison between the building research work in the two countries» (Hobohm 1949).

Como resultado de su colaboración con los europeos, los canadienses también adoptaron los principios de la pantalla pluvial y de la cámara drenada y ventilada para el desarrollo de soluciones de fachada resistentes a la intemperie. Los principales defensores de las potenciales ventajas de la nueva propuesta constructiva fueron Neil Barron Hutcheon y Walter Harvey Ball, ambos investigadores de la DBR.

Division of Building Research (DBR)

La DBR fue un instituto público de investigación perteneciente al *National Research Council of Canada* (en adelante NRC), que operó entre 1947 y 1985.[4] Fue responsable de las más significativas contribuciones canadienses al avance de la Edificación, entre las que, por supuesto, se encuentra el desarrollo de las fachadas ventiladas. Esta organización es considerada la responsable de la instauración de las Ciencias de la Construcción en Canadá, y su trabajo ha producido numerosos frutos en el país: llevaron a cabo trabajos de investigación que permitieron resolver algunos de los principales problemas planteados por su industria de la Construcción, realizaron evaluaciones técnicas de materiales y productos de construcción, y contribuyeron de forma decisiva a desarrollar la normativa reguladora del sector de la Edificación.

El origen de la DBR está relacionado con el auge que experimentó la edificación residencial durante la posguerra de la II Guerra Mundial. Tras el fin de la contienda en 1945, el país se enfrentó a una enorme demanda acumulada de viviendas, debido principalmente a tres factores: a la escasa actividad que había registrado el sector de la edificación durante la gue-

rra, al retorno de aquellos que habían prestado servicio militar en el extranjero y a la afluencia de inmigrantes y de refugiados. Esta demanda puso a prueba las capacidades de la industria de la construcción para construir un gran número de viviendas económicas y de calidad en un corto plazo.

En 1946, el gobierno aprobó la Ley Nacional de Vivienda con el objetivo de proporcionar hipotecas asequibles para la construcción de viviendas, y designó a la *Central Mortgage and Housing Corporation* (en adelante CMHC) como organismo estatal responsable del desarrollo de la Ley, de la gestión del parque de viviendas de promoción pública y de la promoción de nuevas viviendas.

El ingeniero civil Dr. Chalmers Jack MacKenzie (1888-1984), presidente del NRC entre 1939 y 1952, ofreció su colaboración para contribuir activamente a solventar el problema de falta de alojamientos de calidad y a desarrollar el *National Building Code* (NBC), publicado por primera vez en 1941. Tomando como referencia la *Building Research Station* (BRS), que había sido creada en el Reino Unido en 1921 con la intención de desarrollar materiales y métodos de construcción adecuados para la edificación de viviendas tras la I Guerra Mundial, MacKenzie impulsó en 1947 la creación de una nueva división dentro del NRC, la *Division of Building Research*, con el objetivo de que proporcionase los siguientes servicios técnicos a nivel nacional (Legget 1966):

- Servicio de investigación para el sector de la Edificación de Canadá, que estudiase materiales, procesos de ejecución y sistemas constructivos.
- Servicio de investigación para satisfacer las necesidades específicas de la CMHC.
- Servicio de asistencia técnica y de investigación para el *Associate Committee on the National Building Code* (en adelante ACNBC), organismo dependiente del NRC responsable de la redacción de la normativa estatal reguladora del sector de la Edificación.

El elegido por MacKenzie para poner en marcha y dirigir la DBR fue su colega Robert Ferguson Legget (1904-1994). Este ingeniero civil, especialista en geología, había nacido y estudiado en Liverpool (B.Eng. 1925, M.Eng. 1927), aunque en 1929 emigró a Canadá y empezó a trabajar para la *Power Corporation of Canada*. Entre 1936 y 1947 ejerció como profesor de Ingeniería, primero en la *Queen's University* de Kingston (1936-1938) y después en *la University of Toronto* (1938-1947), pero al recibir la propuesta de MacKenzie dejó la docencia y se hizo cargo de la dirección de la nueva División, puesto en el que permaneció durante 22 años, hasta su jubilación en 1969.[5]

Desde su creación en 1947, la organización atrajo a investigadores de primer nivel, y muchos fueron reconocidos por su trabajo en áreas tan diversas como la mecánica de suelos, la protección contra incendios, la seguridad estructural o el comportamiento de materiales y de sistemas constructivos. Todos sus miembros eran profesionales de la construcción con experiencia: arquitectos, ingenieros y profesionales de la industria (Legget 1966).

Uno de los miembros de la DBR que contribuyeron en mayor medida a su exitoso desarrollo fue Neil Barron Hutcheon, quien ocupó durante dieciséis años el cargo de subdirector (1953-1969) y posteriormente sustituyó a Legget como director durante otros cinco años (1969-1974). Fue el propio director Legget quien en 1953 propuso a Hutcheon que se incorporara a su equipo; según Handegord (1990), juntos hicieron un gran trabajo a la cabeza de la División, y suyo es el mérito de que este instituto haya contribuido de una forma tan decisiva a asentar las bases del conocimiento científico-técnico de la construcción arquitectónica en Canadá.

La sede principal de la División se encontraba en el Campus del NRC en Ottawa (Ontario), aunque también disponía de delegaciones regionales en Halifax (Nueva Escocia), Saskatoon (Saskatchewan) y Vancouver (British Columbia), lo que le permitía garantizar un buen servicio en todo el país (Tyas 1969). Durante los primeros seis años de vida de la DBR (desde 1947 hasta 1953), los empleados de Ottawa se encontraban repartidos entre diez de los edificios del Campus, hasta que en octubre de 1953 abrió sus puertas el edificio M-20, que desde entonces albergaría la sede principal de la DBR (figura 2). El acto de inauguración del edificio ha quedado registrado tanto en la prensa local de la época (Snaddon 1953) como en la documentación gráfica facilitada por Steven Sinclair, del Archivo del NRC (figura 3).

La DBR realizaba todos sus proyectos de investigación bajo petición, y sus encargos podían llegar directamente de la industria de la construcción, o indirectamente a través de la CMHC o del ACNBC.



Figura 2
Edificio M-20 de la DBR. Ottawa (Canadá). Arq. James Curzey Meadowcroft, 1951-1953. Fuente: National Research Council of Canada



Figura 3
Acto inaugural del Edificio M-20 de la DBR. 23 de octubre de 1953. En el centro de la imagen se aprecia al director R. F. Legget pronunciando su discurso ante las puertas de acceso al nuevo edificio. Fuente: National Research Council of Canada

Lamentablemente, su infraestructura no permitía atender todas las solicitudes recibidas, por lo que previamente debían seleccionar cuales de los encargos iban a aceptar. Tanto la selección como la asignación de personal a cada proyecto era responsabilidad del director, que contaba con el asesoramiento del subdirector y de los jefes de sección. Para ello se basaban en una política de actuación establecida ya en los primeros años de la DBR: centrarse en el estudio de los problemas propios de la construcción en Canadá, y descartar aquellas cuestiones más generales, que podían ser resueltas aprovechando la experiencia de los institutos de investigación de otros países, con los que la DBR mantenía estrechos vínculos (Legget 1966).

En efecto, desde la creación de la DBR en 1947, el director Legget insistió en que el instituto debía orientar su trabajo hacia la mejora de la construcción en Canadá, y en consecuencia, estableció como prioridad el estudio de aquellos problemas específicos relacionados con la geología y con el clima propios de su país, al entender que estos aspectos son factores diferenciales que hacen que la construcción en Canadá sea única y diferente a la de otras zonas (Legget 1966). Dichos estudios debían tener una aplicabilidad práctica directa, y entre otros propósitos, se perseguía contribuir a la mejora de algunos de los tipos constructivos más habituales en Canadá, como las casas de madera, o favorecer un mayor desarrollo de los territorios poco poblados del norte del país, caracterizados por tener climas subártico y polar, biomas de taiga y de tundra, terrenos pantanosos (*muskeg*)[6] y suelos de *permafrost*,[7] que hacen difícil y peligroso edificar sobre ellos.

Según declaraciones de Legget, recogidas por *The Evening Citizen* (Redacción 1950), la División se basó en estos principios para establecer los siguientes programas o líneas de investigación, que guiaron la actividad de la División desde sus primeros años: geotecnia, mecánica de suelos y cimentaciones; seguridad estructural; protección contra incendios, y por supuesto, protección de los edificios frente a las condiciones atmosféricas adversas. Fue en el ámbito de esta última línea de investigación donde se hicieron grandes avances en el estudio de la envolvente de los edificios, para resolver los problemas asociados con el clima de Canadá, y donde se planteó el uso del aislamiento térmico, de las barreras de vapor y de aire, y de los *rainscreens*.

Dr. Neil Barron Hutcheon (1911 – 1989)

Neil Hutcheon nació en Rosetown (Saskatchewan, Canadá), el 13 de marzo de 1911. Estudió Ingeniería Mecánica en la *University of Saskatchewan* de Saskatoon (en adelante USASK), y en 1935 obtuvo el título de *Master of Science*. Aunque su formación académica estaba orientada principalmente hacia las

instalaciones de los edificios, durante sus estudios mostró interés por otros ámbitos de la Construcción Arquitectónica, y especialmente por las investigaciones pioneras de su profesor Alexander Rodger Greig (1872-1947). Tras licenciarse recibió una beca para realizar sus estudios de doctorado en la *University of London* (UK), y en 1939 se convirtió en Doctor en Ingeniería Mecánica.[8]

De regreso a Canadá, ejerció entre 1938 y 1953 como docente de Ingeniería Mecánica en la USASK, primero como asistente y después como profesor. Durante esos años empezó a interesarse por el estudio de la transmisión del calor y de la humedad a través de la envolvente de los edificios, y a realizar investigaciones sobre esta materia tanto en su Universidad como en las instalaciones del NRC en Ottawa. Además, en este periodo compaginó su actividad docente e investigadora con el ejercicio profesional como ingeniero consultor, lo que le permitió poner en práctica sus vastos conocimientos sobre Edificación.

En 1953, Hutcheon abandonó su carrera docente para trabajar de forma permanente en la recién creada DBR, y permaneció en ella durante 21 años, primero como subdirector (1953-1969) y posteriormente como director (1969-1974). Tras su jubilación, impulsó e impartió cursos sobre Ciencias de la construcción en la sede de la DBR en Ottawa, y como profesor asociado en la *Concordia University* en Montreal; además publicó el libro *Building science for a cold climate*, en el que se incluyen buena parte de los estudios realizados por la DBR desde la II Guerra Mundial (Hutcheon y Handegord 1983).

A lo largo de su carrera como investigador, Hutcheon prestó especial atención al estudio de los cerramientos verticales, principalmente con el objetivo de mejorar aquellas prestaciones relativas a la protección frente a los agentes atmosféricos. Su producción científica es muy extensa, y muchos de sus artículos han influido de forma directa o indirecta en el desarrollo de las fachadas ventiladas; aunque no procede que aquí nos refiramos a todos ellos, sí enumeraremos aquellos que han sido más relevantes.

En 1953 publicó un artículo en el que enunciaba las funciones que debe cumplir un cerramiento vertical, y las *principales consideraciones* para diseñar una solución constructiva de fachada: resistencia mecánica; control de los flujos de temperatura, de aire y de vapor de agua; control de las filtraciones de agua líquida; estabilidad y durabilidad de los materiales; protección frente al fuego; consideraciones estéticas y coste económico (Hutcheon 1953). Posteriormente, estas *consideraciones* le servirían como base para formular los *principales requerimientos* exigibles a las fachadas, que enunció en su artículo «Requirements for exterior walls» (Hutcheon 1963).

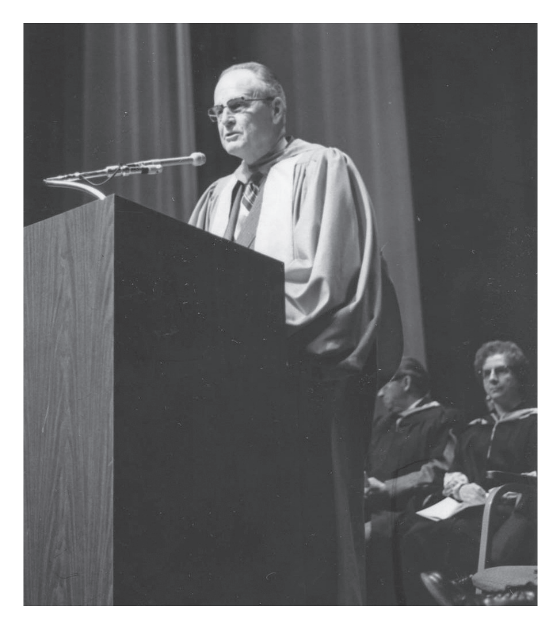


Figura 4
Neil Barron Hutcheon en 1975, durante su investidura como Doctor *Honoris Causa* por la USASK. Fuente: USASK, University Archives & Special Collections

Según Handegord (1990), este primer artículo de Hutcheon se convirtió en un instrumento fundamental para el diseño de los cerramientos verticales, e influyó en los trabajos de la DBR durante las décadas de 1950 y 1960; de hecho, sigue siendo una referencia fundamental en la rama de las Ciencias de la Construcción que se ocupa del diseño y del comportamiento de la envolvente. Además, fue especialmente relevante para la divulgación y promoción de las fachadas ventiladas, ya que probablemente haya sido la primera publicación canadiense que se refiere al nuevo tipo constructivo. En ella, Hutcheon planteó dar respuesta a los requerimientos exigibles a la fachada mediante la especialización de sus componentes, de manera que cada capa desempeñase una función concreta dentro del conjunto (control de los

flujos de aire y de humedad, resistencia mecánica, aislamiento térmico, etc.). Según su criterio, la solución de fachada multicapa que cumplía íntegramente todos los requerimientos exigibles era la formulada por Johansson en 1946. Lamentablemente, tampoco en este caso se incluyeron detalles gráficos del cerramiento propuesto.

Walter Harvey Ball (1919-2012)

Walter Ball nació el 3 de febrero de 1919, en Saskatchewan, Canadá. Estudió Ingeniería Civil en la USASK de Saskatoon, y durante su último año de estudios fue seleccionado para ser adiestrado como oficial del ejército canadiense. Fue enviado a Inglaterra en 1939, donde sirvió como ayudante de campo del general Harry Crerar, comandante en jefe de las Fuerzas Armadas Canadienses. Sirvió como capitán durante la campaña europea, y desembarcó en Normandía en junio de 1944, unos días después del Día D.[9]

Ball regresó a Canadá en diciembre de 1945, y se matriculó nuevamente en la *Universidad de Saskatchewan*, en donde obtuvo su título de Ingeniero Civil (BSc). Posteriormente se unió al NRC en Ottawa, y en la década de 1950 coincidió con Neil Hutcheon en la DBR. Ambos compartían intereses profesionales, y juntos llevaron a cabo estudios sobre el comportamiento térmico de la envolvente de los edificios (Hutcheon y Ball [1949] 1984, Hutcheon, Ball y Brooks 1953).

En 1960, Ball se estableció con su familia en Vancouver, adonde fue enviado como jefe de la delegación regional de la DBR. En Vancouver también ejerció profesionalmente como consultor de ingeniería y colaboró como docente en la *University of British Columbia* y en el *British Columbia Institute of Technology*.

Al igual que otros miembros de la DBR, Walter Ball jugó un papel clave en el desarrollo del *National Building Code*, y como Hutcheon, también contribuyó a la promoción de las fachadas ventiladas a través de su trabajo y de sus publicaciones. En uno de sus artículos defendió abiertamente las ventajas de los cerramientos multihoja con pantalla pluvial y cámara drenada y ventilada (Ball 1956), y en otro incidió en la importancia de la prescripción de los aislamientos térmicos y de su correcta integración en las soluciones constructivas, y advirtió sobre los posibles problemas asociados a los puentes térmicos: «Ideally it would be best if this insulating layer could be applied to the building in a manner similar to that of clothing on a person. In this way the insulation would be continuous over the building and its structure would be protected from the extremes of temperature both winter and summer» (Ball 1961).

Conclusiones

Se ha constatado que las soluciones de fachada ventilada fueron planteadas inicialmente por un número limitado de investigadores escandinavos y canadienses, relacionados con las principales universidades e institutos tecnológicos de sus respectivos países. Su labor se enmarca dentro del proceso de evolución que experimentaron las Ciencias de la Construcción tras la II Guerra Mundial, y fue motivado por un interés por contribuir a obtener cerramientos con mejores prestaciones, capaces de proteger los espacios habitables de las condiciones atmosféricas exteriores y, en última instancia, de garantizar el confort de los ocupantes de los edificios. Estos investigadores trabajaron con gran dedicación para estudiar científicamente el comportamiento de los cerramientos verticales y, por supuesto, para divulgar y promover el uso de las fachadas ventiladas. Curiosamente, todas sus propuestas fueron formuladas de forma literal y sin representación gráfica.[10]

Notas

1. El contenido de esta comunicación forma parte de la tesis doctoral que está realizando el autor en la Universidade da Coruña (España), bajo la dirección de la Dra. Cruz Iglesias Martínez.
2. Los datos biográficos sobre C. H. Johansson han sido facilitados por su familiar Anders Ellerstrand y obtenidos de Gierow et al. (1940), Harnesk (1945, 1962) Burling (1962), Lagerström (1968) y Johansson (2010).
3. En 1953, el SKB pasó a denominarse Junta Nacional para la Investigación en Edificación, *Statens Nämnd för Byggnadsforskning* (SNB) (1953-1960), que posteriormente se dividió en el Instituto Nacional para la Investigación en Edificación, *Statens Institut för Byggnadsforskning* (SBI) (1960-1993) y el Consejo Nacional para la Investigación en Edificación, *Statens Råd för Byggnadsforskning* (BFR) (1960-2000).

4. A partir de 1985, la DBR sufrió un proceso de reestructuración y pasó a llamarse *Institute for Research in Construction*, y desde 2012 se conoce como *NRC Construction*.
5. Los datos biográficos sobre R. F. Legget han sido obtenidos, principalmente, de Bordan (1972).
6. El término canadiense «muskeg» se refiere a un tipo de terreno pantanoso, que se anega de forma permanente a causa de que el *permafrost* o la arcilla impiden el drenaje del agua.
7. El término «permafrost» (abreviatura de permanent frost) hace referencia a la capa del suelo permanentemente congelada presente en regiones polares. Puede encontrarse, entre otras regiones, en áreas de Canadá, Alaska, Noruega y Siberia.
8. Los datos biográficos sobre N. B. Hutcheon han sido obtenidos de Fazio (1975), de Staples (1975) y de Handegord (1990).
9. Los datos biográficos sobre W. H. Ball han sido obtenidos de *The Vancouver Sun* (Redacción 2012).
10. Quiero agradecer la amable colaboración que me han brindado Steven Leclair (*National Research Council*, Canadá); Tim Hutchinson y Laurie Wing (*University of Saskatchewan*, Canadá); Sara Nässén (*Chalmers Tekniska Högskola*, Suecia) y Anders Ellerstrand (familiar de Carl Hugo Johansson, Suecia). Dedico un especial agradecimiento a mi directora de tesis, la Dra. Cruz Iglesias Martínez (Universidade da Coruña, España).

Lista de referencias

Ball, Walter Harvey. 1956. «Exterior wall construction». *Building Note BN-26*. Ottawa: DBR-NRC.

Ball, Walter Harvey. 1961. «Thermal insulation in dwellings». *Canadian Building Digest CBD-16*. Ottawa: DBR-NRC.

Birkeland, Øivind. 1957. *The design of multi-layer walls, particularly those framed in wood. Report n. 24*. Oslo: Norges Byggforskningsinstitutt.

Bordan, Jack. 1972. *Honorary degree citation - Robert Ferguson Legget*. Montreal: Concordia University [en línea]. http://www.concordia.ca/offices/archives/

Burling, Ingeborg. coord. 1962. *Vem är det: Svensk biografisk handbok 1963 [Quién es: Manual biográfico de Suecia 1963].* Stockholm: P.A. Norstedt & Söners.

Edenholm, H. 1945. *Fuktighetsvandring och fuktighetsfordelning i byggnadsväggar. Meddelanden nr. 5 [Migración y distribución de la humedad en los cerramientos verticales de los edificios. Informe n. 5]*. Lund: Statens Forskningsanstalt för Lantmannabyggnader.

Fazio, Paul. 1975. *Honorary degree citation - Neil Barron Hutcheon*. Montreal: Concordia University [en línea]. http://archives.concordia.ca/hutcheon

Gierow, Krister et al. 1940. *Skåningar i Stockholm [Escanianos en Estocolmo]*. Malmö: Skånetryckeriet.

Handegord, Gustav Oliver Pearcey. 1990. «Dedication and eulogy. Neil Barron Hutcheon, 1911-1989». En *Proceedings of the 5th Conference on Building Science and Technology. Toronto (Canada)*, march 1990, editado por Eric Burnett, 3-5. Waterloo: University of Waterloo, Canadian Society for Civil Engineering.

Harnesk, Paul. coord. 1945. *Vem är vem? Stockholmsdelen [¿Quién es quién? Área de Estocolmo]*. Stockholm: Vem är Vem Bokförlag.

Harnesk, Paul. coord. 1962. *Vem är vem? Stor-Stockholm [¿Quién es quién? Gran Estocolmo].* 2ª ed. Stockholm: Bokförlaget Vem är Vem AB.

Hobohm, G. 1949. «Moisture content and heat-insulating properties of building materials (Fuktighet och värmeisoleringsförmaga hos byggnadsmaterial)». *Technical Translation TT-95*. Traducción de H.A.G. Nathan. Prefacio de Robert Ferguson Legget. Ottawa: DBR-NRC.

Holmqvist, Nils. 1950. «Swedish test hut research program. Heat and moisture problems in barns (Värme- och fuktproblem i ladugårdar)». *Technical Translation TT-96.* Traducción de H.A.G. Nathan. Ottawa: DBR-NRC.

Holmqvist, Nils. 1953. *Undersökning av värmeförlusten genom väggar med speciell hänsyn tagen till regnfuktighet. Meddelanden nr. 30 [Estudio de las pérdidas de calor a través de los cerramientos, considerando especialmente la humedad procedente de la lluvia. Informe n. 30].* Lund: Statens forskningsanstalt för Lantmannabyggnader.

Holmqvist, Nils. 1957. *Värme- och fuktproblem i byggnadskonstruktioner med speciellhänsyn tagen trill väggar [Problemas de calor y humedad en la construcción de edificios, y en especial en los cerramientos verticales].* Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

Hoppestad, Sverre. 1955. *Slagregn i Norge. Rapport 13 [Lluvia impulsada por el viento en Noruega. Informe n. 13].* Oslo: Norges Byggforskningsinstitutt.

Hutcheon, Neil Barron. 1953. «Fundamental considerations in the design of exterior walls for buildings». *The Engineering Journal: The Journal of the Engineering Institute of Canada*, 36 (6): 687-698.

Hutcheon, Neil Barron. 1963. «Requirements for exterior walls». *Canadian Building Digest CBD-48*. Ottawa: DBR-NRC.

Hutcheon, Neil Barron y Walter Harvey Ball. [1949] 1984. *Houses for cold weather.* Ottawa: DBR-NRC.

Hutcheon, Neil Barron; Walter Harvey Ball y E.E. Brooks. 1953. *A test hut study of two types of insulation*. Saskatoon: Department of Mechanical Engineering, USASK.

Hutcheon, Neil Barron y Gustav Oliver Pearcey Handegord. 1983. *Building science for a cold climate*. Ottawa: Institute for Research in Construction.

Johansson, Carl Hugo. 1946. *Fuktighetens inverkan pa varmeledningen i tegel [Influencia de la humedad en la con-*

ductancia térmica de los ladrillos]. Byggmästaren, (7): 117-124.

Johansson, Carl Hugo y Gunnar Persson. 1943. *Luftfuktighetens diffusion genom små öppningar [Difusión de humedad atmosférica a través de pequeñas aberturas]*. IVA: Tidskrift för teknisk-vetenskaplig forskning, 14: 160-165.

Johansson, Carl Hugo y Gunnar Persson. 1946. *Fuktabsorptionskurvor för byggnadsmaterial [Curvas de absorción de humedad para materiales de construcción].* Byggmästaren, (17): 311-314.

Johansson, Carl Hugo y Gunnar Persson. 1949. *Beräkning av fuktfördelning och fuktvandring i ytterväggar [Cálculo de la distribución y de la migración de la humedad en fachadas]*. Teknisk Tidskrift, 79: 75-78.

Johansson, Stig R. 2010. *On the history of the Swedish Section for Detonics and Combustion.* Jönköping: Sektionen för Detonik och Förbränning.

Lagerström, Sten. coord. 1968. *Vem är det: Svensk biografisk handbok 1969 [Quién es: Manual biográfico de Suecia 1969].* Stockholm: P. A. Norstedt & Söners.

Legget, Robert Ferguson. 1966. «The management of building research in Canada». *Technical Note TN-476.* Ottawa: DBR-NRC.

Nordlander Finn, Annika. 1994. *Byggforskningen organiseras, 1900-1960. Statens Kommitté för Byggnadsforskning, Statens Nämnd för Byggnadsforskning [Organizando la investigación en edificación, 1900-1960. El Comité Nacional para la Investigación en Edificación y la Junta Nacional para la Investigación en Edificación].* Stockholm: BFR.

Redacción, The Evening Citizen. 1950. «Making detailed study of building problems». *The Evening Citizen* (Ottawa), 8 noviembre.

Redacción, The Vancouver Sun. 2012. «Walter Ball. Obituary». *The Vancouver Sun*, 1 diciembre.

Rosenström, Sten. ed. 1949. *Svensk husbyggnadsteknisk litteratur. Sammandrag från åren 1944-1948. Meddelanden, n. 14 [Publicaciones técnicas suecas sobre edificación. Resumen de los años 1944-1948. Boletín Informativo n. 14]*. Stockholm: SKB.

Snaddon, Andrew. 1953. «Open laboratory here for building research». *The Evening Citizen* (Ottawa), 23 octubre.

Staples, W. R. Buck. 1975. Honorary Degree - Neil Barron Hutcheon. Saskatoon: USASK [en línea]. http://library.usask.ca/archives/

Svendsen, Svend D. 1955. *Driving rain: experimental research on the resistance of external walls against rain penetration. Report n. 20.* 2ª ed. Oslo: Norges Byggforskningsinstitutt.

Tengvik, Nils. 1945. *Byggnadsforskningen i Sverige. Meddelanden, n. 1 [La investigación en materia de construcción en Suecia. Boletín Informativo n. 1].* Stockholm: SKB.

Tyas, James Philip Ian. 1969. *Scientific and technical information in Canada. Special Study n. 8.* Ottawa: Science Council of Canada.

Los arbotantes en el sistema de contrarresto de construcciones medievales: teorías sobre su comportamiento estructural

Isabel Tarrío Alonso

El arbotante es, junto a la bóveda de crucería, una de las esencias de la arquitectura gótica. Generaciones de arquitectos, historiadores y arqueólogos han elucubrado sobre estos elementos tan singulares, sobre sus cualidades estéticas, sobre su impacto visual y, cómo no, sobre su origen, su expansión y su evolución en el tiempo. Lamentablemente, pocos han incidido en su función estructural.

La presente comunicación pretende estudiar la evolución del pensamiento científico-académico sobre el funcionamiento de los arbotantes, identificando errores y enfoques inadecuados y enmarcando las conclusiones en la teoría del análisis límite de las estructuras de fábrica formulada por Jacques Heyman en la segunda mitad del siglo XX. Este estudio se complementa con un análisis comparativo de los arbotantes de la basílica de Vézelay.

Evolución de los estudios sobre el comportamiento estructural de los arbotantes

Viollet-le-Duc (1854-1868) fue pionero en elaborar una teoría completa sobre la construcción gótica, que incluye no solo discusiones sobre la función de las bóvedas y de los arcos, sino también análisis exhaustivos sobre el comportamiento estructural y la construcción de los sistemas de estribo. Si bien no fue el primero en describir el rol que juegan los arbotantes en la transmisión de los empujes de las bóvedas, sus ideas han tenido enorme repercusión en generaciones posteriores.

A finales del siglo XIX, Planat (1888-1892) y Ungewitter (1890) comenzaron a utilizar la estática gráfica para estudiar las construcciones góticas, dedicando una parte de sus publicaciones a los arbotantes. Barbier (1930) también empleó esta técnica para demostrar que los arbotantes de la catedral de Noyon y la iglesia de Saint-Germain-des-Prés no eran necesarios en términos estructurales. El punto de vista matemático lo ofreció Guadet (1901-1904) determinando una fórmula que le permitía calcular la forma de la línea neutra del arbotante de modo que estuviera en equilibrio y que trabajara de manera uniforme.

J. Heyman (1966), padre de la teoría moderna de estructuras de fábrica, propuso la aplicación del análisis límite o cálculo plástico a los arbotantes medievales y Mark (1982), con sus más que cuestionables modelos fotoelásticos, realizó importantes avances en la comprensión del papel de los arbotantes como parte de un conjunto complejo. Los estudios más recientes sobre arbotantes vienen de la mano de Nikolinakou et al. (2005; 2006) y Mähner (2009) y se centran en la evaluación de la efectividad de arbotantes sometidos a un empuje mínimo.

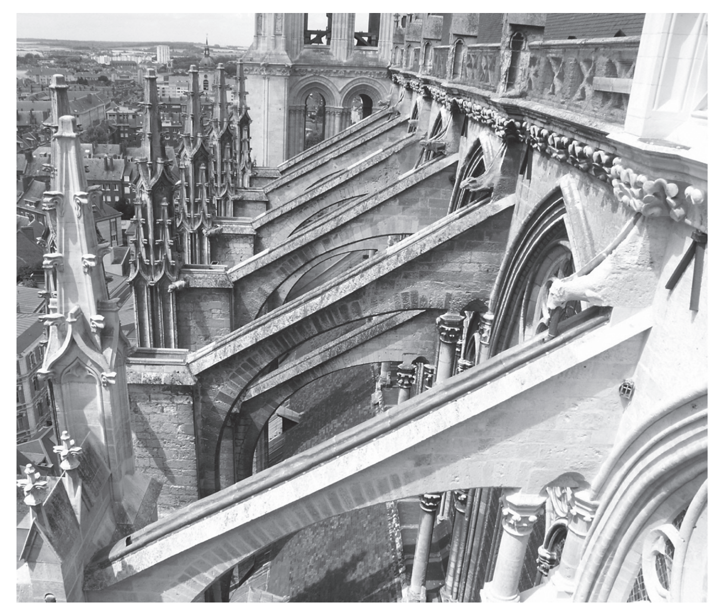
La función de los arbotantes en la construcción medieval

Históricamente se han manejado tres hipótesis sobre las posibles finalidades de los arbotantes: estética, canalización de aguas y estructural.

No cabe duda que los arbotantes tienen una gran componente decorativa, sin embargo resulta bastante dudoso que se hubieran construido con fines exclusivamente estéticos, pues el esfuerzo constructivo que requerirían sería desmesurado en dificultad de ejecución y económicamente para la obtención de unos elementos que no van a desempeñar ninguna otra función adicional en el edificio. Profundizar en este debate sobre la función estética de los arbotantes conduciría a reflexiones sobre la lógica constructiva y el racionalismo de la arquitectura gótica que quedan fuera de los objetivos de este estudio, por lo que serán omitidas del presente texto.

Sobre la segunda hipótesis, puede decirse que es un hecho que uno de los pasos más significativos en la evolución de los arbotantes es la incorporación de una albardilla para canalizar las aguas de la cubierta (ver figura 1). Un buen diseño exigiría que el canalón de las cubiertas coincidiera con el arbotante. Por ello, a finales del siglo XIII, elevaron el conducto superior hasta la altura óptima y lo unieron con la parte inferior mediante columnas o tracerías que aportan la rigidez que necesita el conjunto, dando lugar a los llamados arbotantes calados. Desde Viollet-le-Duc hasta la actualidad, y con la única excepción de Enlart (1915), ningún autor ha negado la capacidad de los arbotantes como medio de evacuación de aguas pluviales. Quizá por ser demasiado evidente, algunos obviaron este aspecto de sus textos, otros como Planat, Choisy (1899), Guadet o Fitchen (1955) hicieron menciones expresas al tema. Pero, ¿podían tener los arbotantes únicamente esta función?

La función estructural es la más compleja de todas. No obstante, salvo los tímidos intentos de Schneider (1928) y Abraham (1934) por sembrar dudas injustificadas sobre la posibilidad de que los arbotantes carecieran de un papel estructural, parece que existe unanimidad en la comunidad científica en que estos elementos, como parte del sistema de contrarresto que garantiza la estabilidad del conjunto, tienen un rol estructural evidente. En lo que no hay avenencia es en cuál es exactamente esa función, generalmente vinculada a los empujes de las bóvedas y a las acciones horizontales, o en cómo la desempeñan.



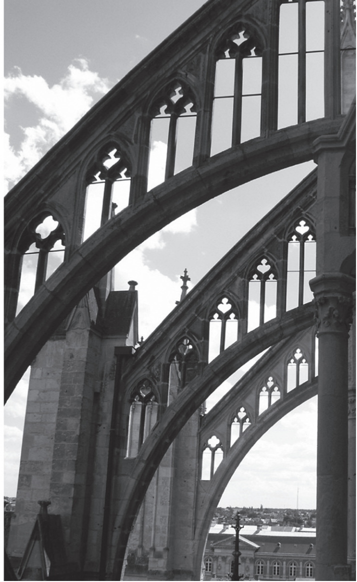


Figura 1
Conductos de canalización de aguas (izquierda) y arbotantes calados (derecha) en la catedral de Amiens (fotografías: Tarrío 2010)

La respuesta estructural de los arbotantes ante los empujes de las bóvedas: teoría del arbotante arco y el arbotante puntal

Según Viollet-le-Duc, los arbotantes funcionan, en términos estructurales, bien como un arco o bien como un puntal (figura 2).

Los primeros tienen forma de cuarto de círculo y están formados por dovelas de gran espesor. Son construcciones pesadas que funcionan como una *resistencia preventiva* (término acuñado por Viollet-le-Duc), cargando su peso sobre los muros en los que se apoyan con el fin de verticalizar el empuje de las bóvedas. Este tipo de arbotantes resuelven el problema de los empujes por el *método preventivo*, que Viollet-le-Duc describe como aquel que logra acabar con los efectos de los empujes desde su origen, es decir, impidiendo que actúen. Los arbotantes arco son los más antiguos y tienen el problema de que se pueden levantar por su zona central si el empuje de las bóvedas es importante.

Los segundos tienen su centro desplazado hacia el interior del edificio, generando formas apuntadas y evitando así la rotura en la parte media. Actúan como puntales, conteniendo los empujes de las bóvedas mediante una fuerza que actúa en sentido inverso (*fuerza activa*). Estos arbotantes no sobrecargan los muros, todo lo contrario, tienden a soportar parte del peso de las bóvedas, descargando los pilares situados bajo los muros. Son lo que Viollet-le-Duc denomina una *resistencia opuesta* que consiste en contener los efectos de los empujes, pero sirviéndose de ellos como factor de equilibrio.

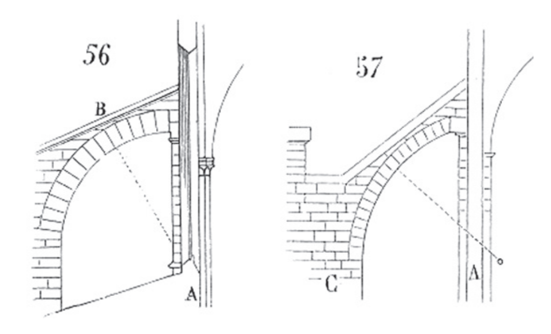


Figura 2
Arbotante arco (izquierda) y arbotante puntal (derecha) (Viollet-le-Duc 1854-1868)

Con estas descripciones Viollet-le-Duc plantea algunas de las cuestiones que fueron objeto de debate en años posteriores: ¿cómo es la reacción de los arbotantes en la cabeza?, ¿empujan o no empujan estos elementos contra los muros?, ¿transmiten los empujes de las bóvedas a los estribos o los redirigen hacia los pilares?, ¿qué efectos tienen sobre los muros y los pilares? Preguntas que han sido claves para entender el comportamiento estructural de los arbotantes.

Críticas a la teoría de los arbotantes arco y puntal

Planat fue el primero en rebatir las ideas sobre arbotantes de Viollet-le-Duc, pero sería Abraham, casi cinco décadas después, quien publicara la crítica más destructiva y tendenciosa, no solo acerca del funcionamiento de los arbotantes, sino sobre el de las bóvedas, los sistemas de contrarresto y, en general, sobre toda su teoría racionalista de la arquitectura medieval (Tarrío 2009; 2013; 2015).

El discurso de Planat en relación al empuje que ejerce el arbotante sobre el muro es bastante contradictorio. Por una parte, asegura que, con independencia de la forma que tenga el arbotante, la cabeza del mismo actúa como la clave de un semiarco y, como tal, no puede transmitir al muro más que un empuje horizontal igual al de la bóveda. Por otra, defiende la idea de Viollet-le-Duc de que en los arbotantes de medio punto la acción sobre la cabeza es exclusivamente horizontal y todo el peso de las bóvedas tiene que ser soportado por el muro y los pilares, mientras que en los arbotantes apuntados esta fuerza está inclinada, de modo que parte del peso se conduce por el arbotante hacia el estribo y los pilares se pueden aligerar.

La postura de Abraham es mucho más firme al defender que el arbotante solo puede ejercer contra el muro una fuerza horizontal. Las razones son las mismas que las alegadas por Planat aunque, desde su punto de vista, la fuerza depende de la luz, del perfil y del peso del arco y, en la mayor parte de los casos, tiene un valor inferior al del empuje de la bóveda, lo que da lugar a una resultante hacia el exterior. Fiel a sus convicciones, Abraham tachas de nefastas las propiedades del arbotante arco de cargar sobre el muro de la nave y del arbotante puntal de aliviar parte del peso de la bóveda, pues, en su opinión, difícilmente se podrá trasladar el peso de arbotante al muro si, como decía Viollet-le-Duc, la unión entre los ar-

botantes y el muro es una junta vertical que permite cierto movimiento.

La idea del empuje horizontal fue compartida de forma tácita por Fitchen. Pero también hubo quien, como Guadet, defendió que los arbotantes no empujan los muros de los edificios hacia el interior. Hamlin (1916-1917) justificó esta hipótesis alegando que los arbotantes solo empujan contra los estribos, de modo que si la bóveda colapsa, los muros no tienen tendencia a volcar hacia el interior. Este hecho fue finalmente demostrado por Gilman (1920) en su estudio de las ruinas de la catedral de Soissons.

En lo que respecta a la transmisión de empujes por los arbotantes, hay que señalar que la mayor parte de los estudiosos de la materia coincidieron en que los arbotantes funcionan como puntales que transmiten los empujes de las bóvedas a los estribos. Contrarios a esta teoría encontramos de nuevo a Planat y Abraham.

El razonamiento de Planat se basa en el supuesto, bastante dudoso, de que las fuerzas que se transmiten al arbotante son normales a las juntas. Así, para que un arbotante pudiera trabajar como puntal, Planat argumenta que sería necesario que la cabeza del arbotante penetrara en el muro y que tuviera una junta inclinada que le permitiera recibir correctamente los empujes inclinados de la bóveda. Sin embargo, la realidad muestra que la unión entre el muro y el arbotante es una junta vertical. Se advierte aquí una nueva incoherencia en el discurso de Planat, pues ¿cómo va a ser inclinada la fuerza en un arbotante apuntado, si según sus principios tiene que ser perpendicular a la junta y la junta es vertical?

Planat también defiende que los puntales son elementos rígidos que, al igual que los arbotantes de medio punto, transmiten los esfuerzos íntegramente al extremo opuesto, mientras que los arbotantes apuntados, a los que se refería Viollet-le-Duc como puntales, solo pueden transmitir una parte del empuje, ya que se deformarán y se romperán antes de alcanzar el valor máximo. En este contexto, ¿qué sentido tiene atribuir la función de puntal a los arbotantes apuntados si, a igualdad de luz y peso, proporcionan menos contrarresto que los circulares o los rebajados? Según Planat, la utilización de una u otra forma de arbotante dependía de la distancia entre el muro y el contrafuerte: si estaban próximos se usaría un medio punto fuertemente cargado y si estaban alejados optarían por un perfil apuntado lo más ligero posible.

Las razones alegadas por Abraham a este respecto se basan en la tesis extremista de que la bóveda se podría sostener sin necesidad de pilares si los arbotantes cumplieran la función de puntal rígido inclinado. Abraham añade que para que esta situación fuera viable, el arbotante tendría que situarse en prolongación de la resultante de presiones, pues de no ser así, se rompería.

La respuesta estructural de los arbotantes ante acciones horizontales: el arbotante doble y la función del arbotante superior

Viollet-le-Duc, Choisy y Hamlin justificaron el empleo del doble arbotante (figura 3), como una solu-

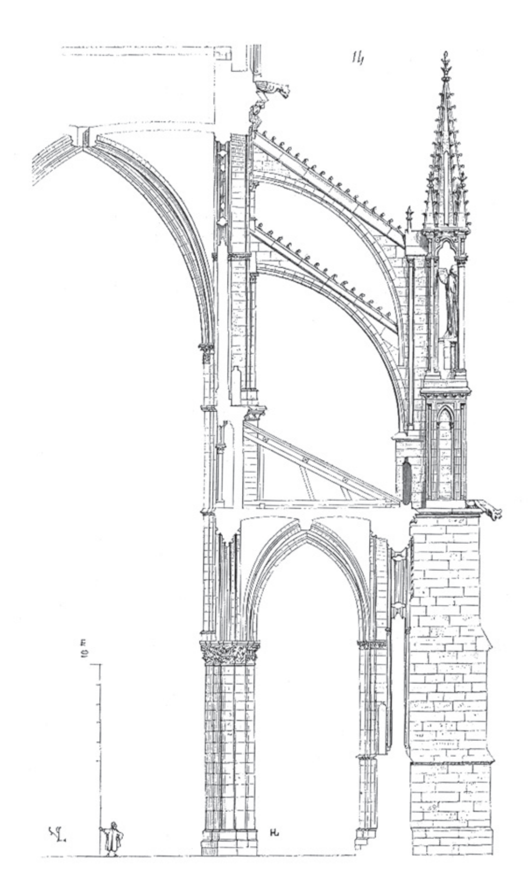


Figura 3
Arbotantes en dos alturas en la catedral de Reims (Viollet-le-Duc 1854-1868)

ción a la incertidumbre que planteaba la ubicación exacta del punto de aplicación de los empujes de las bóvedas. Inicialmente este problema se resolvió ensanchando la cabeza de los arbotantes pero, cuando los edificios aumentaron de tamaño, esta opción debió parecer insuficiente o inviable y los constructores optaron por colocar dos arbotantes en batería, que funcionaba como un tablón apeado por dos puntales de madera o como un yugo, según las descripciones publicadas por Viollet-le-Duc y Choisy respectivamente.

El papel del arbotante superior en edificios provistos de dos alturas de arbotantes ha sido ampliamente discutido en el curso de la historia, siendo la función estructural la que más confusión ha generado entre los investigadores. Viollet-le-Duc y Planat sugirieron la posibilidad de que el segundo arbotante se pudiera haber construido con la intención de reforzar o aliviar la carga del arbotante inferior. Sin embargo, esta hipótesis no daba respuesta a todos los casos, como lo demuestra la abierta manifestación de Viollet-le-Duc sobre su desconocimiento acerca de la función del arbotante superior de la catedral de Reims, o la preocupación de Planat (compartida años más tarde por Fitchen) por el de la catedral de Soissons por estar apoyado contra el vacío y tender a inclinar el muro hacia el interior.

La catedral de Reims fue el paradigma de quienes creían que los arbotantes superiores no tenían función estructural alguna. El caso más extremo es el de Enlart, que se atrevió a afirmar que no servían ni siquiera como medio de desagüe de las cubiertas. Gilman, por su parte, planteó que la existencia de muros traviesa sobre las bóvedas, acodalando los arbotantes superiores, induce a pensar que estos elementos no cumplen la función estructural típica de arbotante y, finalmente, Deneux (1943-1944) aseguró que solo servían para recoger las aguas pluviales.

El rol estructural del arbotante superior se empezó a aclarar cuando Rosenberg (1936) y poco después Fitchen asociaron la construcción de los arbotantes superiores (y la parte superior de los arbotantes calados) a la necesidad de resistir las acciones de viento. Rosenberg explica cómo, en situaciones de viento fuerte, la resultante del empuje de la bóveda y la propia acción del viento ha de ser contrarrestada por los arbotantes situados en la fachada de la succión, mientras que Fitchen añadió que la labor de estos elementos no se limitaba a actuar como riostras de viento, sino que también tenían como misión estabilizar la propia cubierta del edificio.

En la segunda mitad del siglo XX, autores como Heyman o Mark respaldaron la teoría de que los arbotantes inferiores transmiten los empujes de las bóvedas y que los superiores se encargan de arriostrar el edificio frente a la acción del viento. Otros como Villette (1967) y Prache (1976) destacaron además el importante papel que juegan en un incendio, debido a los empujes adicionales que puede generar la cubierta caída sobre las bóvedas. Por último, Huerta (2004) incluyó las acciones sísmicas entre las acciones horizontales que son capaces de resistir los arbotantes superiores.

Aspectos constructivos relacionados con el comportamiento estructural de los arbotantes

El deslizamiento de la cabeza del arbotante

Según Viollet-le-Duc una consecuencia de su *principio de la elasticidad*, que no es otra cosa que la capacidad de deformación permanente sin rotura de un elemento, fue la necesidad de que la cabeza de los arbotantes no estuviera enjarjada a los muros. De esta manera, si la bóveda se movía, el arbotante deslizaría sin romperse, pudiendo así seguir desempeñando su papel de apuntalamiento. La figura 4 muestra dos de las formas de rotura posibles de un arbotante que se construye enjarjado al muro. Planat propuso estos dos mismos modos de rotura, pero los asoció, no a asientos en los apoyos sino a la carga que recibe el arco, de forma que si el arco está poco cargado se romperá abriéndose por el intradós, pero si está muy cargado lo hará por el extradós.

Posición de la cabeza del arbotante

Son muchos los autores que advirtieron de la importancia de situar la cabeza del arbotante en una posición correcta con respecto a la bóveda. Viollet-le-Duc propuso una regla para ubicar el intradós de la primera dovela del arbotante, que consistía en trazar una línea a 35° y a continuación la tangente al arco. Planat creía que la solución óptima debería hacer coincidir la cabeza del arbotante con el enjarje de la bóveda, para que así el arbotante pudiera equilibrar

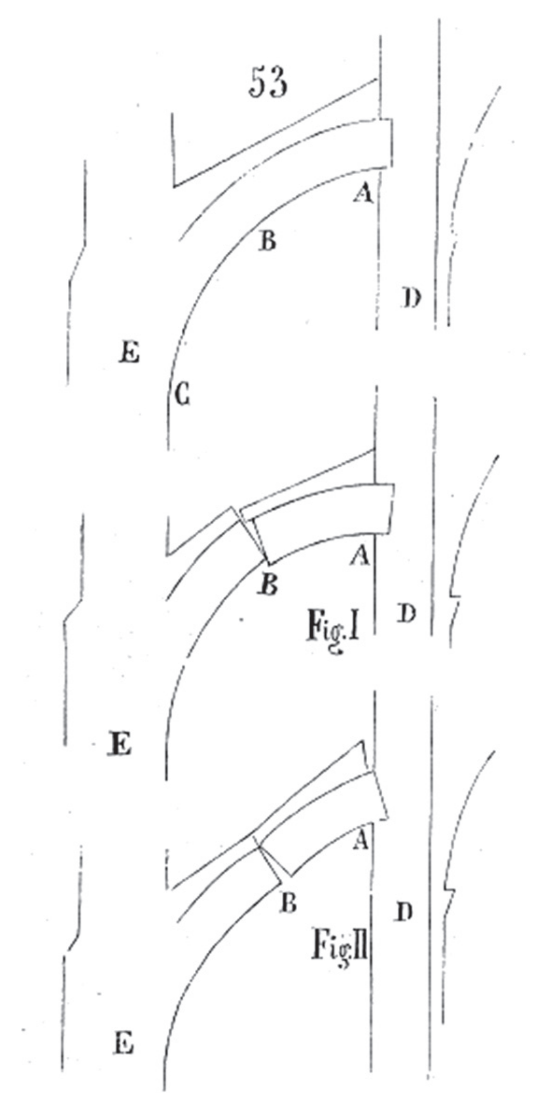


Figura 4
Rotura por el extradós del arbotante cuando el muro asienta (Fig. I) y por el intradós cuando cede el estribo (Fig. II) (Viollet-le-Duc 1854-1868)

directamente la componente horizontal del empuje de la bóveda. Según Choisy el arbotante debe acometer a la altura del relleno de las bóvedas. Fitchen es algo más preciso que Planat, pues afirma que en el gótico más desarrollado el arbotante inferior se sitúa de modo que su intradós coincide con la última llaga del enjarje, y Heyman (1995) indica que lo ideal sería que la cabeza apoyara aproximadamente hacia la mitad entre el arranque de la bóveda y la clave. Finalmente Huerta, señala que los arbotantes deben estar situados entre 1/3 y 1/2 de la altura de la bóveda.

Pese a que las descripciones de los autores citados son diferentes, la realidad es que todas ellas hacen referencia a la misma zona: la parte del muro entre la que se puede mover la resultante de los empujes de la bóveda. Esta zona depende fundamentalmente de la geometría de la bóveda y, según algunos autores como Viollet-le-Duc, Fitchen o Deneux, se puede acotar con mayor precisión mediante la construcción en tas-de-charge.

Tirantes y arbotantes

Como exponía Guadet, existen dos maneras de *neutralizar* el empuje: con tirantes de hierro como en Italia o con arbotantes como en occidente. Pero, ¿cumplen exactamente la misma función?, ¿serían intercambiables para una misma situación?

Parece que hay acuerdo entre los pocos estudiosos de la arquitectura de la Edad Media que han dedicado algunas líneas a los tirantes medievales, como Viollet-le-Duc, Choisy o Rosenberg, en que se trata de elementos provisionales que se colocaron durante el proceso de construcción para hacer frente a los empujes de las bóvedas. Según decían, estos elementos prevenían problemas en el descimbrado y se eliminaban después que las fábricas hubieran asentado. Rosenberg fue el único en insistir un poco más en el tema, asegurando que los tirantes no son capaces de resistir la acción del viento, lo que evidencia que los arbotantes y los tirantes no son siempre intercambiables.

Análisis sobre la función de los arbotantes

De las tres hipótesis que tradicionalmente se han manejado sobre la función de los arbotantes (estética, evacuación de aguas y estructural), la primera de ellas es una cuestión tan posible como subjetiva. La segunda es, a priori, poco discutible puesto que difícilmente podremos negar que los conductos labrados en la parte superior de los arbotantes sirvan para desalojar fácilmente el agua de lluvia. Sin embargo, lo que sí se puede debatir es la idoneidad de la solución,

puesto que son muchos los casos en los que el arbotante se sitúa bastante por debajo del canalón de las cubiertas, que sería la posición óptima. Por último, el papel estructural es quizás el más sensato en términos de economía y de funcionalidad, habida cuenta de que se trataba de una sociedad que buscaba el máximo aprovechamiento de los materiales y que trataba de optimizar el comportamiento de cada uno de los elementos que formaban parte del conjunto.

Llegado a este punto cabe señalar que si bien muchos autores trataron de justificar la existencia de los arbotantes vinculándolos únicamente a una de las tres hipótesis, parece razonable que ninguna de ellas sea excluyente. Todo lo contrario, es muy probable que se den varias o todas simultáneamente en un mismo arbotante. Esta compatibilidad de funciones no siempre fue sencilla, pues si, por ejemplo, se eleva la cabeza de los arbotantes hasta la cornisa con el objetivo de mejorar el sistema de evacuación de aguas pluviales, perjudicaremos su comportamiento estructural al quedar este elemento bastante por encima del punto de aplicación de los empujes de la bóveda.

Finalmente, hay que matizar que, a diferencia de los dos primeros, el papel estructural existe en los arbotantes con independencia de si los maestros medievales fueron o no conscientes de él durante el proceso de construcción.

Análisis de las teorías sobre comportamiento estructural de los arbotantes

Un arbotante es un arco por tranquil (con los arranques a distinta altura) y, como tal, ejerce necesariamente un empuje que no tiene por qué ser horizontal. La condición de empuje horizontal es un requisito imprescindible para las claves de los arcos simétricos, pero no para los arbotantes, que no gozan de esta propiedad geométrica. El valor de este empuje, según la teoría moderna de estructuras, está comprendido entre un valor mínimo y otro máximo (figura 5).

El empuje mínimo se da cuando el arbotante trabaja en su estado pasivo, siendo su comportamiento similar al descrito para el arbotante arco. Las expresiones analíticas del empuje mínimo (H) y de su componente vertical en la cabeza (V), determinadas por Heyman (1999) para un arbotante de perfil recto

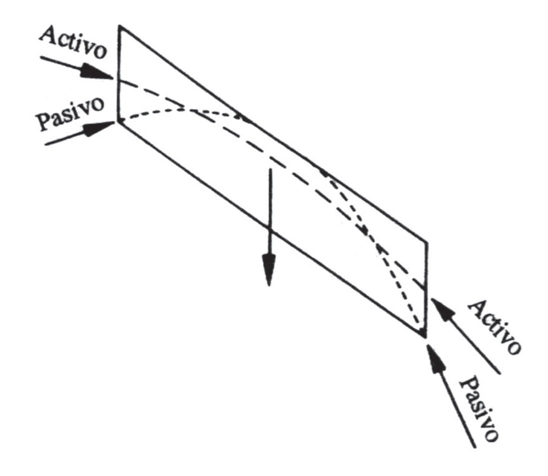


Figura 5
Empuje mínimo (pasivo) y máximo (activo) de un arbotante (Heyman 1995)

y sección constante en su estado pasivo, es decir, cuando se forman dos rótulas en el intradós y otra en el trasdós, revelan que no se puede conseguir un empuje menor que H, que este valor depende de la luz y del espesor del arbotante y no de su inclinación y que, en un arbotante muy inclinado, V puede llegar a ser negativa.

El empuje máximo se corresponde con el estado activo y lo podemos asociar al modo de funcionamiento del arbotante puntal. Una peculiaridad de este estado es que si podemos trazar un línea recta dentro del arbotante, no hay posibilidad de que se formen mecanismos de colapso. De este modo, la capacidad de los arbotantes solo quedará limitada por la resistencia a compresión del material y el valor de H se podrá incrementar hasta alcanzar dicho límite.

Si bien pudiera parecer que la teoría del arbotante arco y puntal es coherente con la teoría moderna de estructuras de fábrica, Viollet-le-Duc comete el error de suponer que el modo de funcionamiento del arbotante está relacionado con su forma (circular o apuntada), cuando en la realidad los dos estados podrían llegar a ser válidos para un mismo arbotante.

El teorema de la seguridad del análisis límite, que establece que la estructura será segura si existe un estado de equilibrio que satisfaga las condiciones de resistencia impuestas, y el corolario enunciado por Heyman (1966), según el cual el conjunto de fuerzas

internas en equilibrio no tiene por qué ser el actual, sino que basta con que sea viable el equilibrio para que la estructura sea segura, esclarecen muchos detalles sobre el comportamiento estructural de los arbotantes.

En este contexto teórico, el error de muchos autores no fue plantear una hipótesis incorrecta, sino pretender que el modo de trabajo que describían fuera la única posibilidad de funcionamiento de la estructura y que, además, éste coincidiera con el estado *actual* y *verdadero* de la estructura. En la realidad, las estructuras de fábrica son altamente hiperestáticas y cualquier hipótesis sobre cuál es la inclinación del empuje, sobre el valor del mismo, sobre si los arbotantes cargan o aligeran los pilares, sobre si transmiten los empujes de las bóvedas y en qué proporción, o sobre si es el arco o el puntal el que actúa como contrarresto, podrá ser válida siempre que se verifique el equilibrio del conjunto. De hecho, si la estructura no ha colapsado, es debido a que ella misma ha sido capaz de encontrar un estado de equilibrio posible, que no tiene por qué coincidir con ninguna de las opciones que podamos plantear. En general, las estructuras de fábrica se mueven, se deforman e incluso se agrietan, hasta encontrar una situación de equilibrio y sólo aquellas en las no hay posibilidad de equilibrio colapsarán.

Si analizáramos la función de los arbotantes superiores a la luz del análisis límite llegaríamos a conclusiones similares. Sin embargo, debido a su disposición dentro del conjunto de la estructura, parece razonable imaginar que su función más representativa sea la de resistir acciones horizontales, tal como se ha defendiendo desde hace varias décadas. Así, coincidiremos con Heyman en que el principal requisito de un sistema de arbotantes consistía en proporcionar contrarresto, tanto al empuje estático de las bóvedas, por medio de los arbotantes inferiores, como a las acciones horizontales (viento, sismo), gracias a los arbotantes superiores.

La teoría del análisis límite en estructuras de fábrica exige que el material cumpla tres condiciones: resistencia a compresión infinita, nula resistencia a tracción e imposibilidad de fallo por deslizamiento. Con estos supuestos, un arbotante no fallará a compresión, pero puede pandear si está mal dimensionado. El tercero de los requisitos es algo particular en el caso del arbotante, pues el propio Heyman advierte de la posibilidad de deslizamiento en la cabeza de los arbotantes en el estado pasivo. Este deslizamiento se puede producir no solo en el encuentro del arbotante con el muro, sino también en las juntas entre las primeras dovelas de este elemento de contrarresto, y se trata de un fenómeno poco deseable en las construcciones de fábrica, que se soluciona mediante la colocación de un apoyo adicional bajo la cabeza del arbotante. En cambio, el deslizamiento al que se refería Viollet-le-Duc puede resultar beneficioso para la estructura, siempre y cuando el movimiento esté limitado, ya que de no ser así, el arbotante deslizaría indefinidamente dejando de desempeñar su función de contrarresto. En definitiva, el deslizamiento de Viollet-le-Duc debe ser entendido como capacidad de movimiento o de adaptación de la construcción ante diversas situaciones.

Por último, cabe indicar que aunque la condición de hiperestaticidad de las fábricas impide conocer con exactitud el punto de aplicación de los empujes de las bóvedas, es posible determinar de forma aproximada el rango de alturas entre las que se moverá la resultante. Como bien parecían saber los maestros góticos, construir la cabeza del arbotante en esta zona permite no solo maximizar la eficacia de los arbotantes a la hora de recibir los empujes de las bóvedas y de transferirlos a los estribos, sino también optimizar el comportamiento estructural del conjunto del edificio.

Aplicación práctica de las teorías estructurales sobre el comportamiento de los arbotantes a los arbotantes de Vézelay

La basílica de Vézelay fue la primera gran obra de restauración (1840-1859) de Viollet-le-Duc. De entre sus actuaciones en el edificio, una de las más controvertidas fue la sustitución de los arbotantes primitivos, que tenían un aspecto masivo y presentaban grietas en su parte central, por otros mucho más esbeltos y con un aparejo evidentemente más regular (figura 6). Los planos dibujados del estado a reformar y la propuesta de la reforma, además de mostrar las diferencias formales entre los dos arbotantes, ponen de manifiesto ciertas incoherencias entre algunas de las ideas publicadas por Viollet-le-Duc sobre estos elementos y su aplicación práctica a la restauración de monumentos.

Una de estas incongruencias se refiere a la ubicación de la cabeza del arbotante. Así, si aplicamos su

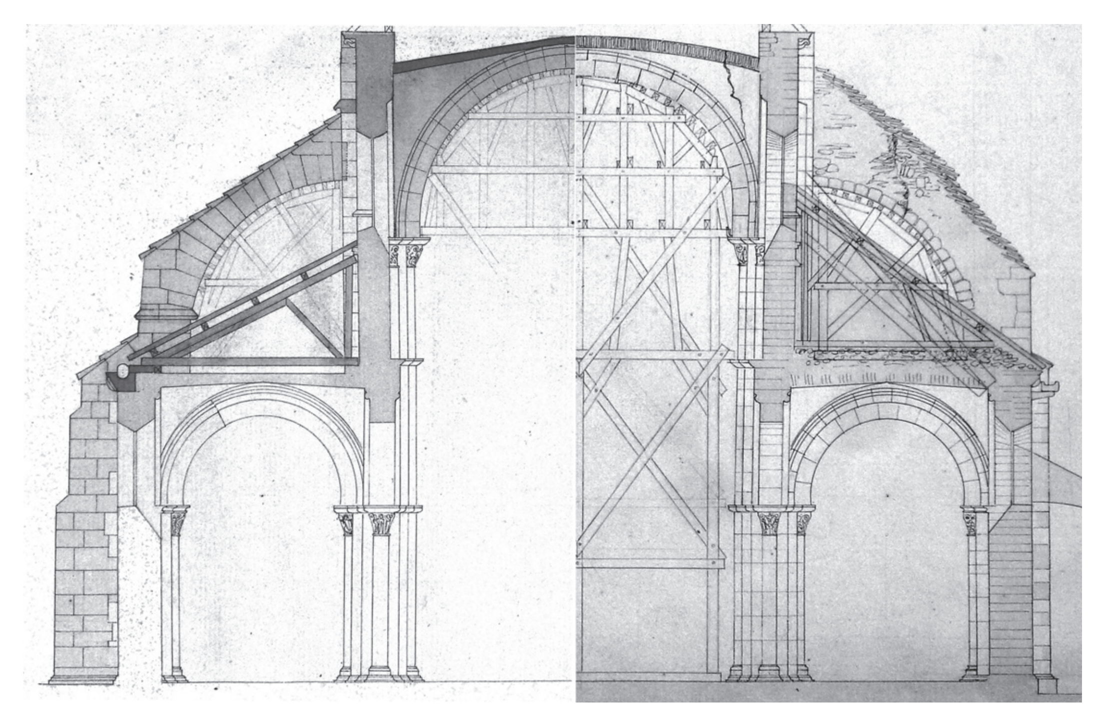


Figura 6
Secciones de la propuesta de reforma (izquierda) y del estado en 1840 (derecha) de la basílica de Vézelay dibujadas por Viollet-le-Duc. (Médiathèque de l'architecture et du patrimoine: 96/83/247 – Vézelay. Abbatiale Sainte-Madeleine)

regla para ubicar el intradós de la primera dovela del arbotante, comprobaremos que ninguno de los dos arbotantes estaría bien proyectado, puesto que en los dos casos la cara inferior de la cabeza del contrarresto se localiza bastante por encima del punto previsto. Esto no es de extrañar en el arbotante más antiguo, pero el que ocurra en el propio diseño del autor solo evidencia discordancias en su pensamiento.

El otro aspecto conflictivo es el del deslizamiento en el arranque del arbotante. Si, según Viollet-le-Duc, este movimiento debía de estar permitido, ¿por qué dibuja la clave del arbotante perfectamente enjarjada en el muro? Esta situación contradice no solo los textos del autor sino también su obra finalmente ejecutada: todas las dovelas del arbotante actual tienen aproximadamente el mismo tamaño (figura 7), lo que puede ser indicativo de que la última pieza esté realmente apoyada contra el muro y que, entonces, el deslizamiento sí que esté permitido.

Llegado a este punto cabe preguntarse si la actuación de Viollet-le-Duc fue correcta y si el nuevo diseño es estructuralmente mejor que el antiguo. La efectividad de los arbotantes se evaluará mediante el análisis de las líneas de empuje pasivo, puesto que el estudio del estado activo únicamente revela que no hay mecanismos de colapso posibles en ninguno de los dos arbotantes, al poder trazarse una línea recta dentro de la fábrica. Se utilizarán para ello los tres criterios del estado de mínimo empuje establecidos por Nikolinakou y Tallon (2006):

- Cuanto menor sea el empuje, más pequeña será la fuerza ejercida por el arbotante contra el muro y el estribo, y mayor será el desplome de los elementos de apoyo antes del colapso.
- Una línea de empujes más vertical en el estribo incrementa la estabilidad, mientras que una fuerza horizontal tiende a volcar el apoyo y a introducir esfuerzos cortantes en la cabeza del estribo.



Figura 7
Despiece del arbotante de Vézelay (fotografía: Tarrío 2010)

- Una línea de empujes más horizontal en la cabeza del arbotante incrementa la estabilidad, mientras que una fuerza vertical predominante tiende a hacer deslizar las primeras dovelas del arbotante que tiene juntas casi verticales.

El arbotante medieval de la basílica de Vézelay ejerce un empuje mínimo de 24 kN, que es aproximadamente un 15% superior a los 21 kN que desarrolla el arbotante diseñado en el siglo XIX, lo cual indica que la propuesta de Viollet-le-Duc es capaz de soportar mayores movimientos en los apoyos antes del colapso. Si a esto le añadimos que el nuevo arbotante, con una línea de empujes más tendida en el arranque, garantiza una mejor respuesta frente al deslizamiento de las dovelas en la cabeza y que la resultante que acomete al estribo tiene prácticamente la misma inclinación que la del arbotante antiguo, podemos concluir que el arbotante actual es más eficaz que el primitivo y que la intervención de Viollet-le-Duc fue adecuada.

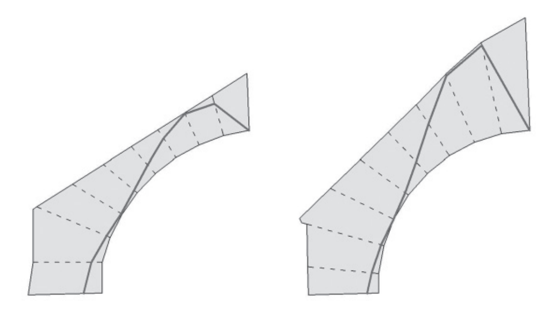


Figura 8
Líneas de empuje mínimo del arbotante diseñado por Viollet-le-Duc (izquierda) y del arbotante original (derecha)

Conclusiones

En base a todo lo expuesto, podemos afirmar que los arbotantes pueden cumplir simultáneamente hasta tres funciones diferentes: estética, canalización de aguas y estructural; siendo esta última la que más controversia ha generado entre los estudiosos de la arquitectura medieval.

La mayor parte de las discusiones sobre el comportamiento estructural de los arbotantes, que se centran en si los arbotantes empujan y en qué dirección lo hacen, en si cargan sobre los muros y los pilares, o en si transmiten los empujes de las bóvedas a los estribos, parten de una premisa falsa: la existencia de un único estado interno de equilibrio. El teorema de la seguridad del análisis límite y su corolario zanjan la búsqueda del estado real de la estructura, arrojando luz sobre el funcionamiento de las estructuras de fábrica.

Del estudio del arbotante como elemento estructural surgen también las primeras referencias a un tema frecuentemente olvidado hasta mediados del siglo XX: el comportamiento de los edificios de fábrica ante acciones horizontales de viento, sismo, etc.

Finalmente, el análisis de los arbotantes de Vézelay, en el marco de los criterios de efectividad establecidos por Nikolinakou y Tallon, muestra que los arbotantes diseñados por Viollet-le-Duc son más eficaces que los construidos varios siglos atrás, lo que justifica la decisión del arquitecto de sustituir estos elementos por otros completamente nuevos.

Lista de referencias

Abraham, P. 1934. *Viollet-le-Duc et le rationalisme médiéval*. Paris: Vincént, Fréal et Cie.

Barbier, L. 1930. «Étude sur la stabilité des absides de Noyon de Saint-Germain des Prés». *Bulletin Monumental*, 89: 515-529.

Choisy, A. 1899. *Histoire de l'architecture*. Vol. 2. Paris: Gauthier - Villars.

Deneux, H. 1943-1944. «De la construction en tas de charge et du point de butée des arcs-boutants au moyen âge». *Bulletin Monumental*, 102: 241-256.

Enlart, C. 1915. «La cathedrale de Reims». *L'art et les artistes*, 20: 9-37.

Fitchen, J. 1955. «A comment on the function on the upper flying buttress in French gothic architecture». *Gazette des Beaux-Arts,* 45: 69-90.

Gilman, R. 1920. «Las teorías de la arquitectura gótica y el efecto de los bombardeos en Reims y Soissons». *Arquitectura*, 3: 216-222; 237-254.

Guadet, J. 1901-1904. *Éléments et théorie de l'architecture: cours professé à l'École nationale et spéciale des beaux-arts.* Vol. 3. Paris: Librairie de la construction moderne/ Aulamnier et Cie. Editeurs.

Hamlin, A. 1916-1917. «Gothic architecture and its critics». *Architectural Record*, 39: 338-354, 419-435; 40: 97-113; 41: 3-19.

Heyman, J. 1966. «The stone skeleton». *International Journal of Solids and Structures*, 2 (2): 249-279.

Heyman, J. 1995. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Colección de ensayos*. Ed. por S. Huerta. Madrid: Instituto Juan de Herrera

Heyman, J. 1999. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU.

Huerta, S. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Mähner, J. 2009. «Salisbury cathedral and its diversity of flying buttresses». En *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*. Cottbus.

Mark, R. 1982. *Experiments in Gothic structure*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.

Nikolinakou, M.; A. Tallon y J. Ochsendorf. 2005. «Structure and form of early Gothic flying buttresses». *Revue européenne de génie civil*, 9 (9-10): 1191-1217.

Nikolinakou, M. y A. Tallon. 2006. «New research in early Gothic flying buttresses». En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History*. Cambridge.

Planat, P. 1888-1892. *Encyclopédie de l'architecture et de la construction*. Vol. 1 y 3. Paris.

Prache, A. 1976. «Les arcs-boutants au XIIe siècle». *Gesta*, 15 (1): 31-42.

Rosenberg, G. 1936. «The functional aspect of the Gothic style». *Journal of the Royal Institute of British Architects*, 43: 273-290, 364-371.

Schneider, R. 1928. *L'art français: Moyen Age, origines, art roman, art gothique du XIIIe siècle*. Paris: H. Laurens.

Tarrío, I. 2009. «Pol Abraham y la crítica al racionalismo de Viollet-le-Duc». *Actas del sexto congreso nacional de historia de la construcción,* 2: 1393-1406. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Tarrío, I. 2013. «La función de los pináculos en la arquitectura gótica». *Actas del octavo congreso nacional de historia de la construcción,* 2: 1007-1016. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Tarrío, I. 2015. «The buttressing system in Pol Abraham's criticism of Viollet-le-Duc's theories». En *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History*, 3: 429-436. Chicago.

Ungewitter, G. y K. Mohrmann. 1890. *Lehrbuch der Gotischen Konstruktionen*. 3rd ed. Leipzig: TO Weigel

Villette, J. 1967. «Les arcs-boutants supérieurs de la cathédrale de Chartres sont-ils inutiles?» *Bulletin des sociétés archéologiques d'Eure-et-Loir*, 23: 167-174.

Viollet-le-Duc, E. 1854-1868. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*. Paris: A. Morel.

La tecnología al servicio de la comunicación: el ferrocarril México - Veracruz

Berta E. Tello Peón

La necesidad imperiosa de comunicarse y transportar personas y cosas en un país en pleno crecimiento demográfico, social e industrial como lo fue México durante los treinta años de gobierno de Porfirio Díaz, fue un detonante para el desarrollo del ferrocarril. Ya que Veracruz era la puerta de entrada para todo lo procedente de Europa –pasajeros, materiales de construcción, mercancías para los comerciantes y modas– acortar la ruta de comunicación entre el Puerto y la ciudad de México, fue asunto de primera necesidad que encontró su solución con el ferrocarril que cubrió la ruta cruzando valles y montes, sorteando cumbres, cañadas y ríos para acortar la distancia entre los dos destinos.

En coincidencia con el auge de las estructuras metálicas que al cambio de siglo se dio en las principales ciudades en el ámbito internacional, las vías, que a partir de entonces se conocen como férreas, saturaron kilómetros y kilómetros a lo largo de su ruta con el material que en su indiscutible representatividad de la Modernidad, se utilizó en puentes que desafiando a la gravedad, en su máxima expresión tecnológica, acortaron distancias salvando claros con una audacia que pocos años antes era impensable.

El objetivo de esta Comunicación es dar a conocer el surgimiento y desarrollo del ferrocarril México Veracruz presentando las estructuras metálicas que se utilizaron en él, así como el impacto urbano que causó en cada una de las localidades en su ruta. Esta investigación tiene su origen en el proyecto Arquitectura de Hierro en México, del cual soy responsable, en la Facultad de Arquitectura de la UNAM, y se inició con un viaje a pie siguiendo la ruta del ferrocarril en búsqueda de los puentes de hierro que aún sobreviven. Ha continuado con una exhaustiva búsqueda de las huellas del ferrocarril en todas las localidades por las que pasó y con investigación bibliográfica y de archivo.

Sin duda el ferrocarril fue un factor muy importante para el crecimiento y desarrollo del país además de ser el máximo exponente de la modernidad en el siglo XIX y primeros años del XX.

Hacia finales de siglo XVIII el proceso industrial se vio beneficiado con el desarrollo paralelo de las industrias metálicas y mecánicas. El desplazamiento de la madera por el uso del carbón mineral en la industria metalúrgica, y su posterior transformación en coque permitió su aplicación en la fundición para obtener hierro y acero. Este hecho marcó el establecimiento de una relación directa entre industria y tecnología y entre arquitectura e ingeniería, factores fundamentales en la revolución industrial. Dos elementos son representativos de esta vinculación el Ferrocarril y el uso del hierro como material arquitectónico.

Se puede decir que fue a partir de 1839, con el puente de Coalbrookdale, en Inglaterra cuando se estableció una tecnología científica y una producción masiva y seriada del uso del hierro en la construcción. Su uso y aplicación como elemento arquitectónico, se inició, a partir de 1851, con la construcción del Palacio de Cristal, proyecto de Joseph Paxtón,

para la primera Exposición Universal que se realizó en Londres, Inglaterra. A partir de allí, se aceptó el uso y la aplicación del hierro en la arquitectura y la ingeniería. Posteriormente, en la Exposición Universal de París en 1889, el Ing. Gustave Eiffel, con la construcción de una estructura metálica al descubierto, consolida la aplicación del hierro como componente formal en la arquitectura.

El hierro, es un material altamente resistente, que acorde con los procesos de su elaboración, puede convertirse en: fundido, forjado o acero, lo cual le permite una mayor atracción, compresión y ser trabajado con gran facilidad. Estas características permiten que su uso en las construcciones sea en «elementos lineales, tirantes, soportes, y entramados completos, para aportar posteriormente soluciones arqueadas que rompen con el concepto de viga-pilar, arco-soporte, como los arcos con articulaciones típicos de los hangares de las estaciones de ferrocarril» (Aguilar Civera 2003, 174). Además la fortaleza y resistencia de las vigas aportan una mayor capacidad de carga liberando a los muros de su antigua función. El hecho de que el hierro permita construir grandes espacios, responde a las necesidades planteadas por las construcciones fabriles y ferroviarias, ejemplos fundamentales de la nueva era de la industrialización.

Un día cualquiera del año 1833, Guillermo Prieto caminaba tranquilo por las calles de la ciudad de México, al llegar a la calle de Zuleta

> Me llamó la atención un grupo de gente que se apiñaba curiosa a la puerta de un amplio zaguán, y mirando para un gran patio; penetré con trabajo, y quedé sorprendido a la vista de una maquinita pequeña con figura como de cilindro con rudas que recorría sola, y como por milagro, el cuadrado de rieles puestos en el suelo del patio. Era el ferrocarril acabado de descubrir en Inglaterra, y traído a México en miniatura, no recuerdo por quién, ¿Quién había de presumir siquiera la revolución estupenda que iba a operar aquel juguete en la humanidad? (Prieto [1887] 1997).

En Europa el ferrocarril era una realidad que había revolucionado las comunicaciones y el transporte. Ese monstruo que con grandes estruendos ya recorría las campiñas y acercaba a las ciudades europeas, que era visto como el símbolo del progreso, y de la vinculación entre industria y tecnología y entre ingeniería y arquitectura; en nuestro país avanzaba lentamente ante la constante inestabilidad política y económica que privaban en las primeras décadas del siglo XIX.

Pasaron cuatro años, desde aquel día que Prieto quedó maravillado ante la maravillosa maquinita, para que en 1837 Francisco de Arrillaga recibiera, del segundo gobierno de Anastasio Bustamante, la concesión para establecer una línea de ferrocarril entre el Puerto de Veracruz y la ciudad de México. Como buen comerciante, Arrillaga sabía que para hacer más efectivo el comercio era necesario reducir las distancias, bajar el tiempo y el costo del traslado de productos y mercancías. En su folleto *Proyecto del primer camino de hierro de la República desde el puerto de Veracruz a la capital de México*, reconocía la importancia que el ferrocarril tendría para el desarrollo del progreso económico en nuestro país (Arrillaga 1837).

De acuerdo con el convenio Arrillaga obtenía la propiedad y la explotación de la línea, por treinta años, siempre y cuando cumpliera con construir un ramal a Puebla, cobrar los fletes establecidos y concluir la construcción en un periodo de 12 años. Sin embargo, no se pudo cumplir con el convenio por lo que fue anulada la concesión. La llegada del ferrocarril como ejemplo de «modernidad» tendría que esperar algunos años más.

Otro intento que retomaba la idea de Arrillaga de tender una línea férrea de Veracruz a la ciudad de México, fue impulsado por el presidente Antonio López de Santa Anna, quien en 1842 impuso a la Comisión de acreedores del camino de Perote a Veracruz.[1] la construcción de un ferrocarril de la ciudad de Veracruz al río de san Juan. La construcción de la línea avanzó lentamente, ocho años después sólo existían 13 kilómetros. El 16 de septiembre de 1850 se inauguró, por fin, la línea de la ciudad de Veracruz al Molino.

> La Comisión de acreedores al camino de Perote a Veracruz, y la Empresa encargada de la compostura de este y de construir el Ferro-Carril de Veracruz a San Juan, tienen la satisfacción de anunciar al público, que después de vencer las inmensas dificultades que han opuesto el terreno y el clima de la costa, la falta de brazos, la guerra extranjera, la envidia y la maledicencia, y el conato que ha existido de destruir esta útil y benéfica obra del camino de Fierro, se ha conseguido poner ya en disposición de transitarse el tramo que hay desde Veracruz hasta el Molino, y que tiene una extensión de quince mil sete-

cientas varas, debiendo correr los trenes desde el 22 del actual (Ludlow 1994, 16).

A medida que llegaban de Europa los informes sobre el aporte de los ferrocarriles al comercio, se incrementaron las solicitudes para establecer líneas férreas entre la ciudad de México y Veracruz, entre ésta ciudad y Acapulco para unir a través del Istmo de Tehuantepec la costa Atlántica con la del Pacífico. Esta concesión fue otorgada por San Anna a José de Garay.

Eran empresarios, comerciantes o ministros quienes se interesaban por las concesiones para la construcción de ferrocarriles pues sabían de los grandes beneficios que podían lograrse gracias a la construcción del ferrocarril. Así, en 1856 Santa Anna otorgó una concesión a los hermanos Mosso para construir una línea de ferrocarril que iría de México a Veracruz y de éste punto a Acapulco. Los Mosso iniciaron la construcción y justo un año después se inauguró el tramo de cinco kilómetros que iba de Tlatelolco a la Villa de Guadalupe. El tren inaugural estuvo remolcado por una locomotora inglesa bautizada con el nombre de «Guadalupe».

El suscitado interés por los ferrocarriles llevó a que Antonio Escandón le comprara a los hermanos Mosso su concesión así como al gobierno la de Veracruz a San Juan. En agosto de 1857 Escandón obtuvo una nueva concesión para construir un ferrocarril que fuera de Veracruz a Acapulco, sin embargo esta línea nunca se construyó, a pesar de la gran importancia comercial que tenía la unión de estos dos puertos. Escandón tenía un particular interés en lograr el proyecto del ferrocarril, su visión de empresario le hacía ver que el ferrocarril podía convertirse en el medio propulsor de la economía. Para agilizar la construcción de la concesión obtenida, se contrató a los ingenieros Andrés H. Talcote de origen norteamericano y al mexicano Pascual Almazán para que recorrieran y propusieran una mejor ruta. Talcote reconoció la ruta Maltrata-Córdoba-Orizaba, mientras que Almazán recorrió la de Jalapa opinando que ésta era la más indicada. Sin embargo, Escandón prefirió, a pesar de lo accidentado del terreno, la de Maltrata-Orizaba pues con ello se beneficiaría su fábrica de textiles.

Durante esta primera mitad del siglo XIX la construcción del ferrocarril fue demasiado lenta, si bien existía una fiebre de empresarios particulares por solicitar y obtener concesiones para la construcción de rutas, éstas no prosperaron por las siguientes causas: inestabilidad política, guerras intervencionistas, insuficiencia de recursos y de conocimientos técnicos. Todos estos inconvenientes comenzaron a ser cuestionados por aquellos políticos e intelectuales quienes vieron al ferrocarril como la punta de lanza del tan necesitado progreso. Así aparecieron en la prensa artículos que señalaban las ventajas que el ferrocarril traería para el desarrollo del mercado interno y externo, el traslado de mercancías que permitirían incrementar la compraventa, reducir el precio de los traslados, dar mayor seguridad, rapidez y permitir, sobre todo, la incorporación de regiones apartadas.

Para la segunda mitad del siglo XIX y tomando como base los nuevos preceptos que proponía la Constitución de 1857, el desarrollo de los ferrocarriles se verá como el instrumento eficaz que permitirá impulsar los mecanismos que animaran la producción, la distribución de los bienes pero sobre todo que pondría fin a los viejos yugos que controlaban la propiedad y el trabajo (Ludlow 1994, 18).

Con este sentido el presidente Benito Juárez, en 1861, otorgó a los hermanos Escandón una nueva concesión para la construcción de una línea de Veracruz al Pacífico con un ramal a la ciudad de Puebla. Sin embargo, nuevos acontecimientos políticos llevarían a la guerra de Reforma y a la intervención francesa que terminaría con la proclamación de Maximiliano de Habsburgo como emperador de México.

Al recorrer el pequeño tramo construido de Veracruz a Loma Alta, la condesa Kolonitz dama de compañía de Carlota dice:

> Acompañada por las autoridades tanto francesas como mexicanas la pareja imperial fue conducida a la plaza donde esperaban los vagones. La palabra estación no es aplicable.
>
> Los carros, para el breve camino que recorren, son cómodos. Los asientos están tejidos de paja, así como las persianas que dan acceso al aire libre. A gran prisa los franceses tendieron las vías para escapar con sus tropas lo más ligeramente que pudieron de los límites de las miasmas pestilentes. Aquí el europeo no se encuentra bien, y huye.
>
> El lujo de un guardavía no se conoce y sería, por así decirlo, imposible. El camino atraviesa los pantanos y entra a lugares desiertos donde no se ven más que estropeados e inclinados arbustos y algunos cactus. Así viajamos por una larga hora hasta llegar a Soledad, que es un lugarejo solitario y pobre en el cual habían hecho un cobertizo de madera adornado como mejor pudieron y donde nos fue servido un desayuno.

> Nadie podía dudar que el lugar en que nos encontrábamos forma parte de la tierra caliente, La locomotora nos transportó casi una hora más hasta llegar a Loma Alta donde termina la magnificencia de los ferrocarriles mexicanos (Commons 1989).

El nuevo emperador estaba consciente de las grandes ventajas que para el desarrollo económico tenían los ferrocarriles, por ello, el 8 de septiembre de 1863, concedió al ingeniero M. Lyons un contrato para que construyera el tramo del ferrocarril de la Soledad al cerro del Chiquihuite; pero además amplió la concesión a Escandón para formar la Compañía Limitada del Ferrocarril Mexicano que funcionaba con capital anglo francés y tenía su sede en Londres.

Poco tiempo después, el 19 de agosto de 1864, Escandón traspasó el privilegio a la «Compañía Imperial Mexicana», con la aprobación de Maximiliano. La formación de esta compañía permitió darle un nuevo giro a la construcción del ferrocarril, pues las obras no se detenían a pesar de las presiones y de la inestabilidad política. Los nuevos concesionarios iniciaron una campaña que hacia rentable los tramos que se iban construyendo. Se avanzó 16 km de San Juan a Tejería y se prolongó con 5 km el de México a la Villa, para junio de 1867, se habían construido 76 kilómetros hasta Paso del Macho, en Veracruz y el tramo de la Villa de Guadalupe, se había prolongado hasta Apizaco, con 139 km.

La Compañía Imperial Mexicana firmó con el Ministerio de Fomento un convenio «para establecer vías férreas con carruajes tirados por mulas y caballos, y en ningún caso por vapor» en la ciudad de México. (Diario Oficial del Imperio, 9 de septiembre de 1865)

En la prensa la presencia de los ferrocarriles comenzó a ser constante, se demanda la compra de madera para durmientes, se informaba del precio de los pasajes y de los fletes, así como de los horarios y de los contratos o convenios que se firmaban.

Talcott y De Sansac participaron juntos en la inauguración del puente de La Soledad el 3 de mayo de 1864. El 16 de octubre siguiente se pusieron en servicio los 62 km entre Veracruz y Camarón.

El 15 de enero de 1871 se pudo inaugurar el tramo entre Paso del Macho y Atoyac con sus tres puentes y el 22 de agosto siguiente, el tramo entre Atoyac y Fortín. El tramo, muy difícil, entre Orizaba y Boca del Montese concluyó el 29 de diciembre de 1872.



Figura 1
Estación del Ferrocarril Mexicano, Buenavista, DF, SINAFO, (Fototeca Nacional del INAH, Núm. inventario 122557)

El 1 de enero de 1873 el presidente Sebastián lerdo de Tejada inauguró en la estación de Buenavista de la ciudad de México, el ferrocarril Mexicano, finalmente completado. Contaba entonces con 28 locomotoras y 377 vagones de carga y de pasajeros.

En el tramo de 203 km del Ferrocarril Mexicano entre la orilla del mar y el altiplano, se construyeron 23 estaciones, 39 puentes y 16 túneles. En 1876 se hizo un inventario y en 1903 un levantamiento topográfico de la ruta. Con el ferrocarril México – Veracruz se concluía el viaje a Europa ya que la capital era en algún sentido «la tierra prometida». Sin embargo la construcción no concluyó entonces. Durante el porfiriato se continuó el crecimiento en tramos de ramales a ciudades importantes. La ruta inicial necesitó de reformas en varios de sus tramos, ya sea revistiendo sus caballetes con mampostería o incluso sustituyendo elementos de hierro y cambiando varias de sus vigas como sucedió en 1903, 1908 y 1910.

Las vigas originales vinieron de Gran Bretaña de los talleres de Crumlin Shops, y las que se cambiaron a partir de 1903 vinieron de Francis Morton and Co. De Liverpool, también en Gran Bretaña.

El puente de Wimer se conserva en estado original, mientras que los demás sufrieron cambios, por reparaciones, pérdidas de material, destrucción, recubrimientos, etc.

El puente de Metlac, tiene 164,65 metros de largo salvados por una viga de nueve claros de 15,29 metros, a 28 metros sobre el fondo de la barranca que le da su nombre. Las vigas provienen también de la Crumlie Shops de Gran Bretaña.

El puente de Atoyac es el primero con un entramado en el claro central, construcción de 1908 hecha también en la Francis Morton de Liverpool, mientras que la construcción original tenía sólo dos apoyos de hierro y una viga de celosía corrida por todo el largo.

El Puente más largo es el de la Soledad, de 228 metros de longitud y tiene dos niveles, abajo para coches, caballos, carretas y peatones y arriba para el ferrocarril. Originalmente, en 1869, tenía una viga de entramados con cinco claros y siete metros de altura sobre pilares de mampostería, aun conservados, y que cargan la nueva est4ructura, fabricada en 1908 por la Francis Morton & Co de Liverpool. Como testigo de la modernidad subsiste también la subestación de transformadores eléctricos número 1.

Si bien la tecnología vanguardista de entonces permitió que el sistema ferroviario sobreviviera en uso durante el siglo XX, el esfuerzo presidencial continuó con la expansión de las líneas hacia el norte del país hasta conectar con los ferrocarriles estadounidenses.

Para 1877 las líneas sumaban ya 684 kilómetros y para 1901, alcanzaron los 14.319 km de vías por todo el país, para concluir el período del presidente Díaz con casi 20.000 kilómetros de vías férreas, de diferentes anchos, donde se usaban máquinas de vapor.

Así, las siguientes grandes empresas del porfiriato fueron el Ferrocarril Central Mexicano que cubría desde México a Ciudad Juárez en 1970 Km. y el Ferrocarril Nacional que tuvo su origen por concesión del 13 de septiembre de 1880. La línea troncal de México a Nuevo Laredo se puso en servicio el primero de noviembre de 1888, con 1.350 kilómetros de vía angosta.

Años después, en 1901, se iniciaron los trabajos para cambiar a vía ancha todo el sistema. También se le otorgó una concesión en septiembre de 1880 para la línea México-Manzanillo, por Toluca, Maravatío, Acámbaro, Morelia, Zamora y La Piedad. Ambas rutas ferroviarias tuvieron su estación de pasajeros en la Colonia de los Arquitectos y fue denominada Estación Colonia.

El inmueble fue demolido después de la expropiación de los ferrocarriles, que tuvo lugar en junio de 1937. Los terrenos ganados fueron ocupados por amplios jardines, bordeados por las avenidas Sullivan y Villalongín.

La estación de San Lázaro al oriente de la ciudad de México fue la terminal a las diversas rutas del Ferrocarril Interoceánico, que fueron: México a Veracruz, vía Jalapa; México - Puebla - Oaxaca; México - Cuautla - Puente de Ixtla y la de México - Cuautla - Puebla. Todas estas vías eran de tipo angosto.

El ferrocarril Central Mexicano tenía dos vías de salida para Ciudad Juárez: de México a Querétaro siguiendo por Celaya a León, con ramal a Guanajuato, hasta llegar a Aguascalientes que fue una estación muy grande con todas sus dependencias, aún conservadas al igual que la habitación de los ingenieros que pusieron el ferrocarril, establecidas cerca de la estación y que aún continúan incorporadas ya a lo que se volvió una colonia moderna. El final de este tramo era Zacatecas y después Torreón donde se sumaba el tren proveniente de Monterrey y con entronque a Parral. Siguiendo a Gómez Palacio, Durango, Chi-

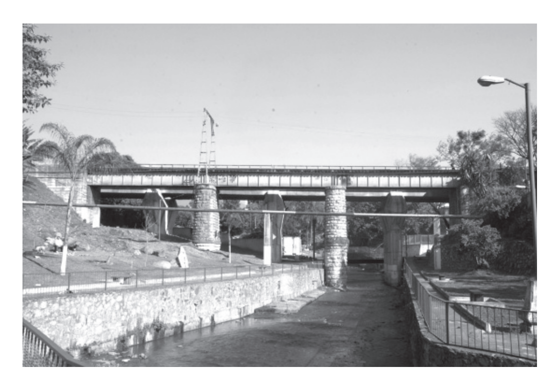


Figura 2
Puente en Paso del Macho, Veracruz (PAPIIT 401810 UNAM), (Foto de Ángel Barajas, 2011)



Figura 3
Estación Colonia, México D.F., 192. SINAFO, (Fototeca Nacional del INAH, Núm. inventario 121107)

huahua, Chihuahua, y después de 23 estaciones se llegaba a Ciudad Juárez. En Irapuato se desprendía un ramal hacia Guadalajara y Manzanillo.

La segunda ruta era por Pachuca, Valles y San Luis Potosí para llegar a Monterrey e incorporarse con la vía antes mencionada. Muchas fueron las rutas ya que la misión era llegar a todo el territorio mexicano y aun continuar a los Estados Unidos.

El ferrocarril fue más que víbas. Fue infraestructura para los viajeros que tenían que pernoctar y satisfacer sus necesidades entre trayectos, fueron bodegas para la carga en tránsito, estaciones, andenes y tecnología. Mucha tecnología, en rutas y puentes que salvaron ríos y barrancas para acortar distancias, usando materiales como el hierro fundido que llegó de Europa, principalmente de Gran Bretaña, como se ha visto, y representante de la modernidad perseguida por Díaz en su búsqueda por engrandecer a su país con construcciones que lo incorporaran al concierto de la modernidad internacional.

Notas

1. Eran miembros de esta comisión: Francisco Fagoaga como presidente, Juan N. Parada y Antonio Garay.

Lista de referencias

Aguilar Civera, Inmaculada. 2003. *El territorio como proyecto: transporte, obras públicas y ordenanción territorial en la historia de la comunidad valenciana.* Valencia: Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.

Arrillaga, Francisco de. 1837. Proyecto del primer camino de hierro de la República desde el puerto de Veracruz a la capital de México. El Mosaico Mexicano, periódico semanal, México: Ignacio Cumplido, editor.

Commons, Aurea.1989. «La División Territorial del Segundo Imperio Mexicano, 1865». En *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, editores Álvaro Matute y Carmen Vázquez Mantecón, 304. México: UNAM: Instituto de Investigaciones Históricas.

Diario del Imperio. 1865. Convenio para establecer vías férreas. 9 de septiembre de 1865: T. 1, no. 94.

Ludlow, Leonor. 1994. *Los ferrocarriles en el Arte y en la Historia.* México: Ferrocarriles Nacionales de México.

Kolonitz Paula. [1864] 1984. Un viaje a México en 1864. Lecturas mexicanas. No. 41. Secretaría de Educación Pública. FCE. Primera Edición. 190 pp.

Prieto, Guillermo. [1886] 1997. *Memorias de mis tiempos.* Edición de Aniversario. México: Dirección de Literatura, INBA.

Evolución de los sistemas constructivos en la arquitectura escolar chilena del siglo XX

Claudia Torres Gilles
Sandro Maino Ansaldo

El presente artículo es parte de los resultados de una investigación que buscó registrar, analizar y valorar la arquitectura escolar construida en Chile entre los años 1937 y 1960, como parte del patrimonio moderno del país. Sin embargo, para comprender los alcances evolutivos de los modelos arquitectónicos de esa época se amplía el período de estudio, incluyéndose en el análisis, obras desarrolladas desde comienzos del siglo XX hasta las ejecutadas en la década de los años 80, período en que los establecimientos educacionales públicos pasan de una administración centralizada a ser dependientes de cada municipio.

Desde los aspectos constructivos se observa un proceso evolutivo que se inicia con sistemas tradicionales a base de muros, que por la condición sísmica del país, tempranamente buscan la integración de estructuras rígidas con elementos de refuerzo que les permitan resistir empujes horizontales y de mayor flexibilidad en construcciones de mayor altura. Así, se va paulatinamente avanzando en edificaciones con mayores coeficientes de seguridad según se modifican las normativas, se especializa la mano de obra, se sistematizan e industrializan los procesos constructivos con nuevos materiales y productos, tales como el acero, el hormigón, el vidrio, las planchas de cubiertas, las maderas aserradas, etc. Como resultado de esta racionalización productiva los proyectos escolares se resolvieron con estructuras modulares y estandarizadas.

Este proceso visto en un espacio temporal de casi 90 años tiene un carácter evolutivo, sin embargo, en un análisis más detallado de las obras se observa más bien disperso, con vaivenes formales y constructivos propios de proyectos de gran demanda social, con presupuestos limitados y dependientes de las voluntades políticas de cada época. En este sentido la historia de esta arquitectura escolar, es representativa de los procesos de cambio de una sociedad que camina hacia la industrialización, implicando en ello la concepción formal de la obra arquitectónica y la cultura constructiva del país, durante el siglo XX.

Tres períodos de desarrollo arquitectónico y social

Al analizar temporalmente el conjunto de obras estudiadas, se puede plantear tres períodos que comparativamente son diferenciables por su estética, materialidad y sistemas constructivos. Iniciándose el siglo con una arquitectura ecléctica o tradicional desde la cual se llega a la modernidad con vaivenes propios de una etapa de transición. Durante esta etapa intermedia las obras de arquitectura pública se convierten en el campo de experimentación de los arquitectos, quedando definida además, por una política de planificación estatal que busca la modernización de sus instituciones. Estos tres periodos están marcados por cambios sociales y políticos que, además, son compartidos con otros países latinoamericanos, que de modo similar, intentaron llevar adelante una política de masificación de la educación (Cuadra 2010). En este sentido, se puede

comprender que la obra arquitectónica realizada fue producto de la influencia extranjera, en cuanto a los intentos de modificar y ampliar los modelos educativos, así como de los intentos de incorporar los postulados propios del Movimiento Moderno que se difundieron a nivel internacional.

Primer período: Ecléctico y Tradicional, 1900-1937

La preocupación por la educación en el Estado chileno, nace con la consolidación de la independencia, en la segunda mitad del siglo XIX, cuando bajo el impulso de algunos mandatarios se posicionó como política prioritaria de sus mandatos, comenzando entonces un largo proceso de perfeccionamiento normativo.

El 24 de Noviembre de 1860 se promulga la «Lei Jeneral de Instrucción Primaria», en la cual «se organiza la educación primaria, se estructuran los servicios educativos, se crea la carrera docente y se determina que sólo funcionarios docentes pueden dirigir la instrucción primaria» (Junemann 1999). En 1879 se dictó la ley que organizó la «Instrucción Primaria y Secundaria» creándose además el «Consejo de Educación Pública».

> La expansión educacional (entre 1875 y 1915 el número de escuelas fiscales creció de 818 a 2.920 y la matrícula lo hizo de 65.875 a 308.113 niños) permitió que la administración pública comenzara a experimentar un período de crecimiento sostenido que modificó su estructura, funciones, campo de acción y composición social (la emergente clase media comenzó a incorporarse al Estado) (Cariman 2012)

Desde el punto de vista de la infraestructura escolar, en informes de oficiales se da cuenta que a principios de siglo XX dos tercios de los locales escolares eran del Estado (funcionando principalmente en casonas arrendadas) y el otro tercio pertenecía a congregaciones religiosas. En esa misma época, fruto del desarrollo industrial del país, comienzan algunos conflictos económicos y políticos, lo que condujo al cuerpo de profesores a proponer cambios fundamentales en el sistema de educación. Es así como se promulga en 1920 la «Ley de Educación Primaria Obligatoria» (Ley N°3.654) donde el Estado asume la responsabilidad de garantizar el acceso a la educación primaria a niños y niñas, velando porque las condiciones para ello se cumplan; gestionando, coordinando y asignando recursos para la construcción de escuelas y la formación de docentes. Según las indicaciones de dicha Ley «la enseñanza primaria constará de tres grados de educación general, compuestos de dos años escolares cada uno y de un cuarto grado de educación vocacional» (Ley N°3.654), estableciéndose tres tipos de escuelas, «Elementales» (4 primeros años de educación obligatoria, niños de 7 a 10 años), «Superiores» (6 años de educación, niños de 7 a 12 años) y «Vocacionales» (2 ó 3 después de las superiores, jóvenes de 12 a 15 años).

La ley establecía que en toda comuna debía crearse una escuela elemental para hombres y mujeres por cada mil habitantes, del mismo modo, se indica que la educación práctica sería acorde al tipo de producción industrial de la comuna. Por otra parte, se hace referencia constante a la exigencia de las condiciones de higiene de las escuelas, asignando para ello a profesionales como arquitectos y médicos encargados de supervisar el cumplimiento de estas condiciones.

Pese a las buenas intenciones de la Ley de 1920, hasta mediados de la década del 30' se discutía por los bajos y casi nulos presupuestos destinados a la edificación escolar, además se publicaron diversos informes que señalaban la baja asistencia escolar, el estado deplorable que tenían las escuelas públicas, y el gran porcentaje de la población escolar que se encontraba enferma por alimentarse mal. A estos problemas se agrega la fuerte participación gremial de profesores que presionaron intentando promover nuevas reformas pedagógicas, en la búsqueda de una educación pública más integral, que incorporara postulados del «movimiento europeo-norteamericano de la *Escuela Nueva*[1] concentrado en las especificidades de la personalidad del niño y sus habilidades prácticas e intelectuales» (Reyes 2010) como parte de los nuevos requerimientos docentes.

Arquitectónicamente, los establecimientos escolares públicos de este período son expresión de una arquitectura tradicional ecléctica, construyéndose edificios monumentales de dos o tres niveles, con volúmenes simétricos emplazados en el perímetro de la manzana y con un ordenamiento espacial característico de tipo «claustro», hermético hacia el exterior y con patios hacia el interior. Las aulas orientadas a la fachada y corredores abiertos como espacio inter-



Figura 1
Escuela Salvador Sanfuentes, Santiago, 1920 (Rivera Notario)

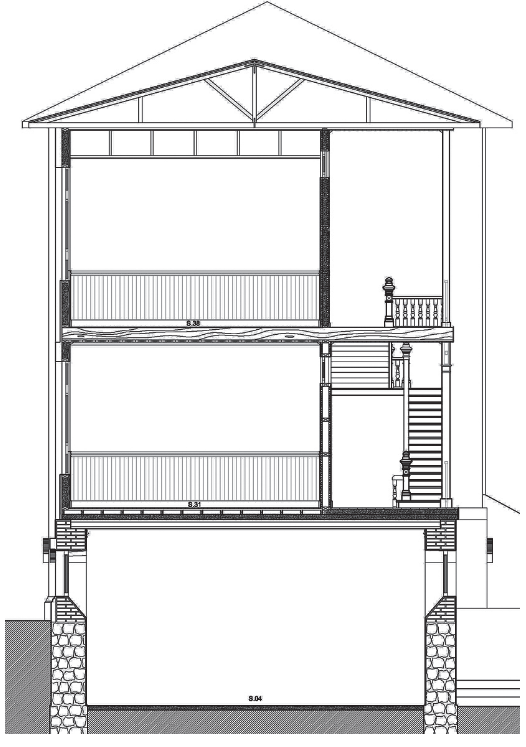


Figura 2
Corte transversal, Liceo Metropolitano, ex Escuela Básica de Niñas, Santiago. (Claudia Torres)

medio. En general la estética de estos edificios no se diferencia formalmente de aquellos que albergan programas diferentes al educacional, es decir, presentan características estéticas y formales de un edificio institucional que bien podría ser un hospital o un municipio (figura 1).

En términos constructivo-estructurales estas obras están constituidas por muros que delimitan las aulas y pórticos en los corredores, todos los elementos estructurales se construyen estratificados por niveles. Usualmente el nivel basal está constituido por zócalos o semi-subterráneos, estructurados con gruesos muros de mampostería de piedras y morteros de cal y/o cemento que soportan las cargas estáticas del edificio superior, además de ser muros de contención.

El nivel de acceso, generalmente es construido con muros de albañilería de ladrillo simple, los cuales cuentan, en algunos casos, con refuerzos metálicos en los dinteles de puertas y ventanas. Generalmente estos muros presentan estucos de cal, arcilla o cemento.

Los niveles superiores, usualmente presentan paramentos construidos con sistemas mixtos, estructurándose con entramados de madera o tabiques estructurales, compuestos por soleras, pies derechos y diagonales (para resistir empujes sísmicos) de madera en cuartones de roble. Los espacios entre elementos de madera se rellenaban con adobes en pandereta, o adobillos de soga, o bien sistemas de quincha o ensordinado (palillaje de madera distanciados 2 ó 3 cm para incorporar morteros de barro y paja). En los edificios más antiguos encontramos estucos de barro arena y sobre ellos un encalado y pintura, a veces con mallas metálicas (tipo gallinero) para contener los morteros y lograr una mejor resistencia a tracción de los revoques evitando las fisuras frente a las solicitaciones sísmicas.

Otra variación constructivo-estructural de los edificios escolares es la constitución de un perímetro con muros de albañilería de ladrillo y la realización de divisiones interiores con tabiques o entramados de madera estructurales.

La armadura de cubierta siempre se realizaba con cerchas de madera apoyadas en los muros de fachadas, corredores y sus pórticos.

Respecto de los forjados, usualmente se armaban con envigados de madera de roble de 2” × 8” distanciados a 30 cm o bien de 2” × 10” a 40 cm, sin embargo en casos puntuales se han encontrado losas de hormigón, no necesariamente armadas con una malla, como sucede en el Liceo Metropolitano (ex Escuela Básica de Niñas) en el cual el forjado sobre el zócalo está constituido por una losa de hormigón con vigas metálicas, asegurando el amarre de los muros de piedra como si fuese un diafragma, aun cuando el forjado superior es de madera (figura 2).

En este primer período los establecimientos escolares se construían de modo disperso y no bajo una planificación general a nivel nacional.

Segundo período: Transición formal a la modernidad. 1937-1965

El Ministerio de Educación Pública, en el año 1936 atribuye como principal causa de la problemática educacional, la escasa edificación escolar. Para ello, bajo el mandato del presidente Arturo Alessandri Palma, se crea a través de la Ley N° 5.989 del 14 de enero de 1937 una Sociedad Anónima bajo un modelo de capital mixto público-privado denominada, *Sociedad Constructora de Establecimientos Educacionales* (en adelante SCEE) administrada por un directorio con representación de ambas partes. Inicialmente la SCEE funcionaría por 30 años, siendo el organismo técnico, autónomo y responsable de ejecutar los *Planes de Edificación Escolar*, propuestos anualmente por el Ministerio y aprobados por el Presidente de la República.

La planificación anual estaba sujeta a condicionantes políticas, económicas y funcionales de cada gobierno. Cada año se fueron programando construcciones de escuelas según, factibilidad económica, disponibilidad de terrenos, requerimientos de gobiernos locales y análisis estadísticos. En la práctica, los planes programados nunca se ejecutaron en su totalidad en el periodo estimado, de manera tal que las iniciativas que no lograban ser ejecutadas se traspasaban a los periodos siguientes.

En el año 1952 con el propósito de ir perfeccionando los Planes de Edificación se incorporan «las exigencias de las recientes orientaciones técnico-pedagógicas y manteniendo la economía en los costos, se realizan diseños de *planos tipo* para escuelas de pequeña y mediana capacidad que posibilitan desarrollar programas zonales con construcción simultanea de varios edificios, aprovisionamiento en gran escala y dirección e inspección conjunta de las obras» (SCEE 1987). Con ello se inicia en 1954 un plan de construcción de escuelas rurales y suburbanas, prefiriéndose para su construcción materiales existentes en el lugar o de fácil adquisición en el área.

Hasta 1960 existieron modificaciones y anexos a la Ley de 1937, principalmente aumentando las fuentes de recursos para la construcción de edificios escolares. Especial fue la creación de la Ley de Reconstrucción del año 1960 (con motivo del terremoto de Valdivia de 1960) que autoriza a la SCEE a construir y reparar en forma directa para el Estado los locales escolares destinados a la educación pública.

En relación a su contexto cultural, la SCEE surgió en un momento clave de constitución de las bases modernizadoras del Estado chileno, durante un proceso de estabilización institucional inspirado por cambios en la conformación de la sociedad, el acceso a nuevas tecnologías y a un incipiente desarrollo de las comunicaciones, lo que supuso una primera transformación de las escalas de intercambio entre América Latina, Europa y Estados Unidos. Esto puede interpretarse también como resultado de una sociedad globalizada, donde los parámetros estéticos y técnicos promovidos por la Arquitectura Moderna operaron en todos el planeta.

Durante este periodo los proyectos escolares realizados por la SCEE se pueden agrupar en las siguientes 6 tipologías: Escuelas Básicas, Escuelas Rurales, Escuelas Superiores, Grupos Escolares, Liceos Científico/ Humanistas y los Liceos Técnicos (Torres, Valdivia y Atria 2015). Con ello se abarcaba la construcción de proyectos desde una pequeña escala a grandes conjuntos de edificios, desde el ámbito rural a los centros urbanos de alta densidad, desde programas con equipamiento básico a programas complejos con talleres industriales.

Como parte de la adhesión a acuerdos internacionales, a partir de una iniciativa propiciada por la UIA y UNESCO en 1955, se diseñaron escuelas rurales cumpliendo condiciones básicas de estandarización repitiendo proyectos tipo.

La propuesta de diseño formal de estas obras responde a las condiciones específicas del terreno y su contexto. Se emplazan en predios de fácil accesibilidad, presentan volúmenes simples, imponentes de dos



Figura 3
Escuela Pedro Aguirre Cerda, Cerrillos, Región Metropolitana (Claudia Torres)



Figura 4
Escuela de Rengo, VI Región (Claudia Torres)

o más niveles, jerarquizándose la zona de acceso en uno de los costados, la circulación vertical se diferencia formalmente y se posicionan en las intersecciones o remate de los pabellones generando continuidades espaciales con aulas alineadas en pabellones con corredores. Sin embargo, son obras herméticas, con volúmenes macizos que no llegan a conformar cuerpos permeables o translucidos (figuras 3 y 4).

La estética racionalista se manifiesta fuertemente en los locales de los últimos 5 años

En términos constructivo los proyectos de esta época se enmarcan en un período de obras condicionadas a la primera normativa general de construcción chilena[2] en la cual, entre otras cosas, se regula la construcción en concreto armado, así como también se obliga a la introducción de refuerzos en las albañilerías de ladrillo (generalmente estos refuerzos eran de hormigón armado), asegurando de este modo una mayor resistencia sísmica de las edificaciones, especialmente las institucionales, fiscales o de uso público masivo.

La misma normativa en su capítulo VII establece las condiciones de edificación específicas para *Locales Escolares*, definiendo las dimensiones mínimas de las aulas, corredores y patios, estableciendo las condiciones de salubridad mínimas, garantizando una buena iluminación y ventilación de aulas, instalaciones sanitarias (agua potable y baños) y, según cantidad de alumnos y emplazamiento, espacios cubiertos para gimnasio, enfermería o sistemas de climatización.

La mayoría de los proyectos realizados en la primera etapa de este período, se diseñaban con muros macizos de entre 30 y 40 cm. de ancho constante en cada nivel (con tres niveles los de mayor altura), construidos principalmente con albañilería de ladrillo reforzada con pilares, cadenas y vigas de hormigón armado o bien de albañilerías de bloque de cemento.

El hormigón armado se comienza a utilizar en algunos edificios de la primera etapa, sólo en elementos estructurales tales como pilares, machones, cadenas y vigas, ya sea como elementos aislados o bien de refuerzo en dinteles (figura 6). No es hasta finales de la década del 50 que se diseñan edificios íntegramente en hormigón armado. No obstante, en esta década de manera simultánea se diseñan edificaciones con estructuras mixtas, en las cuales un mismo bloque es construido con muros de albañilería de ladrillo reforzado o muros de hormigón armado, así mismo los forjados se diseñan con losas de hormigón (armaduras cruzadas o simples) en primeros y segundos niveles y en terceros niveles con envigados de madera (usualmente vigas 2 × 6” a 50 cm), reduciendo con ello la carga de las plantas superiores (figura 5).

En respuesta a las normativas vigentes en la época para estructuras en «concreto armado», las juntas de dilatación o juntas constructivas, son aplicadas indistintamente para los diferentes sistemas constructivos para un mejor comportamiento sísmico.

En la mayoría de estos edificios las techumbres se construyen con cerchas de madera y refuerzos metálicos, sobre las cuales se fijan planchas onduladas de asbesto cemento o fierro galvanizado como elemento de cubierta, encontrándose en pocas obras de los años 60 losas de hormigón como cubierta.

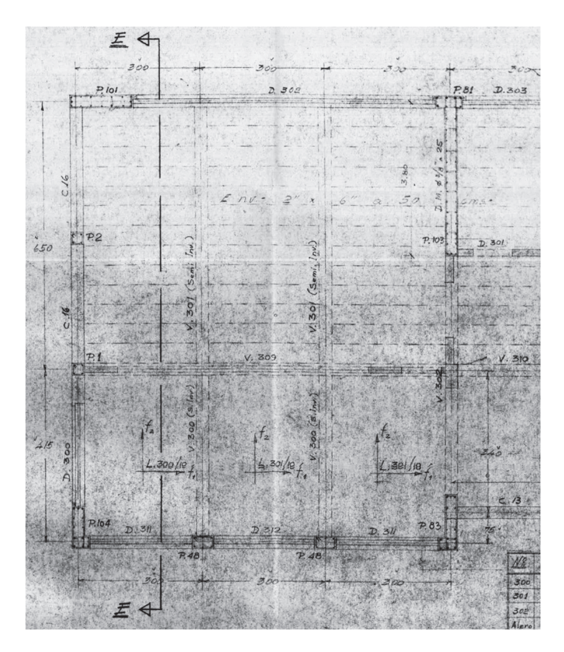


Figura 5
Sección de plano de estructura del tercer nivel de Liceo de Niñas Isaura Dinator de Guzmán, Santiago. Plano de 1953 (Expediente en Archivo Nacional)

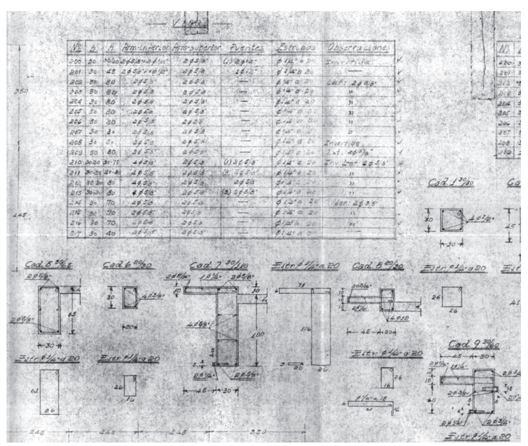


Figura 6
Detalles estructura de vigas de Liceo de Niñas Isaura Dinator de Guzmán, Santiago. Plano de 1953 (Expediente en Archivo Nacional)

Con la normalización se abandona el uso de tabiquería o entramados de madera como estructura portante vertical (salvo que estén situados en la zona sur del país) en los locales escolares de este periodo. Así mismo se eliminan los sistemas de relleno en base a tierra, como también se eliminan los zócalos o subterráneos funcionales.

Aunque las obras reflejan los avances de la época en términos formales y normativos, en los procesos de ejecución de las obras se conserva una modalidad constructiva casi artesanal, propia de una etapa de transición y acorde a las construcciones en albañilerías, de ejecución íntegra en obra y mayoritariamente manual, requiriéndose una gran cantidad de mano de obra, pocos de ellos especializados en hormigón armado.

Con proyectos poco sistematizados y con diseños en su mayoría diferenciados formalmente, las ejecuciones se tornaban lentas, por lo cual no se llegó a cumplir con los plazos y cantidad de edificaciones estipuladas en cada planificación anual, situación que terminó haciendo crisis en 1960 con el gran terremoto y maremoto de Valdivia, obligando a un nuevo marco legal, aumentándose los presupuestos para construcción y reconstrucción por parte del Estado y así también forzando el cambio en las estrategias de construcción por parte de la SCEE. En ese mismo año se extiende por 20 años más el funcionamiento de la SCEE, modificándose la organización interna y los modelos de gestión y desarrollo de los proyectos.

Tercer Período: Masificación y estandarización. 1965-1987

Al comenzar la década de los años 60' y con la SCEE en pleno funcionamiento, surgen estudios que dan cuenta de una gran población infantil sin escolarización afectando principalmente a las familias más vulnerables. «De este modo, se constataba que el ideario republicano de una educación primaria popular y gratuita había fracasado y se hacía urgente introducir una reforma integral al sistema» (Orellana 2009). Es así como en 1965 surge la Reforma Educacional Chilena que hasta 1973 prácticamente logró la universalización de la educación básica.

La ley Nº15.676 de 1964 dispuso que el Presidente de la Republica estableciera un nuevo Plan Nacional de edificios escolares. A partir de ese año se comienza a experimentar con sistemas prefabricados en la construcción de locales escolares para lograr mayor

rapidez en la ejecución de los proyectos y conseguir mayor cobertura.

Hacia 1978 se suspenden los aportes fiscales para la sociedad y en 1980 con la municipalización del sistema escolar público se comienzan a traspasar los establecimientos escolares a las autoridades locales de cada región del país, junto con su administración y las nuevas construcciones. En 1987 se pone fin a 50 años de funcionamiento de la SCEE.

Los ideales modernos que fueron puestos en práctica en Europa en los procesos de reconstrucción durante la postguerra y que darían nacimiento a los primeros ejemplos de sistematización y estandarización en la construcción de viviendas, escuelas, y fábricas fueron referentes que recién se asimilaron sistemáticamente en Chile a partir de la década de los 60, en parte porque en esos años el país ya cuenta con los recursos materiales industrializados y una mano de obra que se ha convertido en «operarios» y especialistas. La tecnología y la industrialización se asientan como parte de la cultura local, desde la misma educación escolar a través de las varias generaciones egresadas de los liceos industriales, como de los técnicos y profesionales universitarios. La producción seriada es un planteamiento que va a la par con los estudios y aplicaciones de la ingeniería y la cibernética especialmente en las últimas décadas.

A mediados de la década de los 60 se asignan becas de perfeccionamiento para los arquitectos de la SCEE en el Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina (CONESCAL) en México. La creación de la CONESCAL da cuenta de las necesidades e intenciones políticas de *masificación escolar* similares en los diferentes países latinoamericanos y, dentro de ello, del rol relevante que la obra arquitectónica cumplía en ello. Del mismo modo en 1969 «la SCEE comisiona a uno de sus arquitectos para estudiar en Inglaterra los nuevos diseños de edificación escolar» (SCEE 1987).

Desde el año 1967, la SCEE se organizó en 14 Oficinas Zonales distribuidas en todo el país, funcionando con el objeto de continuar ejecutando, reparando y conservando los proyectos de edificación escolar. En la década de los 70 se implementaron planes especiales para la edificación de educación parvularia (Jardines Infantiles) y de comunidades indígenas.

Los proyectos escolares de esta época destacan por ser obras de carácter atemporal, en muchos de ellos se busca mostrar la estructura resistente, sin ocultarla



Figura 7
Instituto Comercial de Valparaíso. Sistema Tipo 510 (SCEE 1987)

bajo elementos decorativos (figura 7). Se centra el diseño en concebir unidades educativas, para lo cual la obra arquitectónica se entiende como un instrumento educativo en sí mismo. Bajo esta concepción los espacios exteriores debían responder a la *pedagogía activa* diseñados orgánicamente con mayores libertades, y no solo bajo el concepto de *patio deportivo*. Así mismo, en algunos proyectos se intentó que las aulas pudiesen modificarse mediante paneles móviles permitiendo en ellas el desarrollo de clases o talleres con mayor o menor número de alumnos, sin embargo, esto pocas veces se llegó a implementar.

Constructivamente, en el año 1965 se impulsó el empleo exclusivo de procedimientos de pre-fabricación, recurriéndose principalmente a la utilización de Sistemas de Estructuras Metálicas (MC). Esta tipología estaba constituida por sistema de marcos rígidos a dos aguas distanciados cada 3 m, en un nivel y de agrupamiento unidireccional, los cuales se construían en módulos de 3 × 6 metros a base de prefabricados de planchas dobladas de acero, con uniones articuladas sobre las fundaciones de hormigón armado, el arrostramiento longitudinal se logra mediante una viga tipo marco que rigidiza permitiendo el espacio

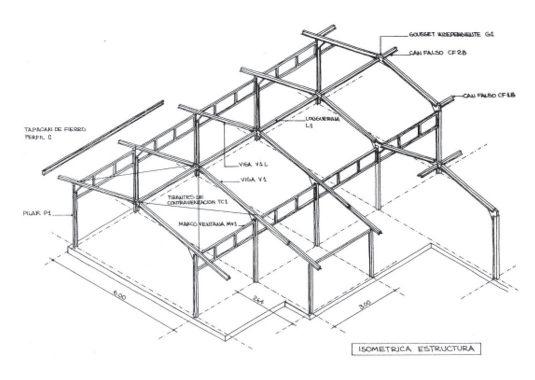


Figura 8
Isométrica estructura sistema Tipo 606, prefabricado de acero (SCEE 1987)

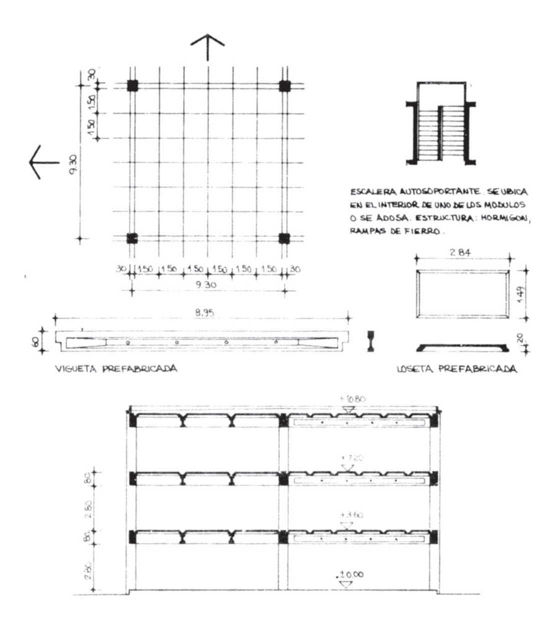


Figura 9
Sistema de hormigón prefabricado, Tipo 520 (SCEE 1987)

para ventanas superiores, también se incluye en el plano de techumbre unos tirantes diagonales de contraventación para evitar las deformaciones horizontales (figura 8). Los elementos estructurales se unen mediante pernos. La techumbre se constituye con paneles prefabricados de madera y cubierta de asbesto cemento o acero galvanizado. Normalmente este modelo consideraba como cerramientos y divisiones, albañilerías de ladrillos o bien tabiques de madera, piedra u otros materiales regionales.

También se emplearon sistemas prefabricados comerciales en hormigón a base de marcos rígidos, viguetas y losetas prefabricadas en módulos bidireccionales de 9,3 × 9,3 m (figura 9), o de madera, estos últimos muchas veces montados por voluntarios universitarios. Se proyectaron planos tipo con códigos y números cuya aplicación dependía de la relevancia del emplazamiento, la zona geográfica y el tamaño del establecimiento escolar. Entre ellos destacan por ejemplo el tipo 510 de hormigón armado (marcos, pilares, machones y losas) para construcciones urbanas de hasta 3 plantas Para zonas rurales los CCC-100 y CCC-200 que utilizaban elementos constructivos en madera, armados por módulos en plantas industriales. Como sistemas tipificados seriados pero no prefabricados se proyectó para las regiones del norte, el Sistema 396 de albañilería de ladrillo (de 17 cm de espesor reforzado con pilares, cadenas, vigas y losas de hormigón armado en techumbre).

Desde 1968 la SCEE crea una unidad de investigación y experimentación, con tres objetivos básicos: «la reducción de costos, la rapidez de ejecución y la utilización intensiva de la prefabricación. Por otra parte se busca lograr una mayor flexibilidad en la planificación, para poder absorber los cambios de los programas pedagógicos». (SCEE 1987). Como producto de esta unidad surgen los proyectos diseñados bajo *sistemas mixtos*, por ejemplo de hormigón tradicional y prefabricado para zonas urbanas, incorporando el criterio de crecimiento multidireccional (figura 7). Una modalidad frecuente de estructuras mixtas fueron las edificaciones de hormigón armado en primer piso y sobre ellas los sistemas prefabricados de estructuras metálicas antes descritos (figura 10).

Otro de los diseños logrados fue el Sistema de Aulas de Emergencia (S.A.E.) compuestos por elementos prefabricados de madera de construcción rápida y de bajo coste.

Posteriormente se proyectaron sistemas basados en modelos multicrujías o de crecimiento modular multidireccional como el Sistema 600 en estructura metálica con perfiles estándar o el sistema 530 de hormigón armado hasta 3 pisos para sectores de alta densidad.

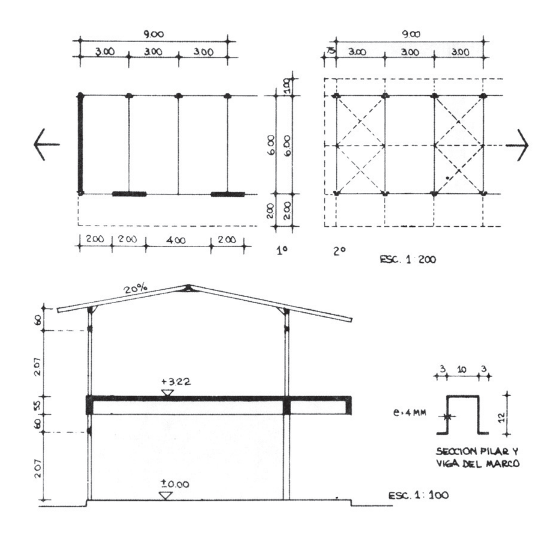


Figura 10
Sistema mixto, Tipo 606 (2 pisos) (SCEE 1987)

Entre los recursos disponibles, en el año 1971 se dan instrucciones a la Sociedad para la transformación de 257 buses dados de baja en *aulas transitorias* para ser ubicadas en poblaciones en formación, mientras se construye el local definitivo.

Como una de las últimas innovaciones de la Sociedad antes de disolverse en 1987 se incorpora el uso de sistemas de paneles solares para obtener agua caliente en los locales escolares del norte del país.

Resultados y conclusiones

Bajo el marco temporal de 87 años durante los cuales de manera sostenida y creciente se fueron desarrollando planes para la creación y ejecución de obras de arquitectura escolar a nivel nacional, se puede constatar que estas edificaciones de carácter público representan efectivamente una política de modernización del Estado y una evolución tanto en los aspectos pedagógicos como arquitectónicos, ya sea considerando las características formales y programáticas de las obras, en el sentido y la concepción de los espacios interiores y exteriores como parte de una unidad educativa, o bien centrándose en los aspectos constructivos.

Bajo la observación de los proyectos como obra construida, vemos que la aplicación de innovaciones se realiza paulatinamente y que muchos de los sistemas constructivos se recrean utilizando generalmente las mismas materialidades pero bajo composiciones diferentes, así por ejemplo vemos que el diseño estructural en base a *sistemas mixtos* es frecuente en obras de diversos periodos.

La obras conservadas hasta el día de hoy del primer periodo, aunque no se diseñaron bajo ninguna normativas, han sido capaces de resistir la condición sísmica del país al cumplir con criterios básicos de estática, con paramentos de mayor masa y rigidez en las plantas bajas y de mayor flexibilidades en los pisos superiores, alineados en ejes verticales coincidentes y con una modulación de muros divisorios transversales (dado por las dimensiones de aulas), que colaboran en la transmisión de empujes horizontales.

Pese a que ya en el año 1930 se encuentra publicada la norma de construcción en concreto armado, su incorporación en la arquitectura escolar se remite inicialmente al diseño de elementos que trabajan principalmente a compresión, como pilares y machones y algunas vigas a flexión, pero aparentemente la construcción de losas de hormigón armado se comienza a realizar en proyectos de los años 50 en adelante, esto probablemente por las dificultades técnicas que en un comienzo pudiera significar la ejecución de los encofrados y el alzaprimado si se compara con la facilidad de instalación de los envigados de madera.

El periodo de transición es relevante ya que permite experimentar el diseño arquitectónico normado, asegurando condiciones mínimas de funcionalidad, confort, higiene y resistencia. A su vez, fue un tiempo de perfeccionamiento legislativo, de aprendizaje, de preparación de obreros y operarios y de creación de industrias nacionales que permitieron dar un salto a la investigación, exploración y aplicación de proyectos estandarizados, prefabricados, sistematizados, tipificados, que permitieron en un plazo acotado superar el déficit de establecimientos escolares y así permitir la masificación de la educación a nivel nacional. No obstante la sistematización y racionalización de los procesos constructivos en los proyectos de esta última etapa, las obras de mayor envergadura si bien son reconocibles, presentan características singulares de diseño, por lo cual muchas de estas obras fueron premiadas a nivel nacional e internacional.

Finalmente, podemos dar cuenta del relevante el rol que desempeñó la SCEE como modelo de gestión

público-privada, ya que bajo diversos gobiernos y tendencias políticas fue capaz de llevar a cabo sucesivos planes de construcción escolar, organizándose y modificando su visión de la arquitectura según las necesidades y capacidades de cada época. No obstante, la Sociedad no estuvo exenta de críticas por la comunidad de arquitectos ya que fundamentalmente tenían el monopolio de dichos proyectos públicos que a diferencia de casos similares en otros países eran elegidos por concurso. Quizá este monopolio permitió a su vez una mayor eficacia en el diseño y ejecución de los proyectos.

El alcance de la actividad desarrollad por la SCEE, la persistencia en modos y tipologías arquitectónicas, la unidad estética y el nivel de interrelación de los edificios con sus usos, y sus contextos, hacen de la experiencia de la SCEE un caso único en la historia de la arquitectura chilena del siglo veinte.

Notas

1. Movimiento que nace como doctrina pedagógica en Europa a fines de s. XIX con pensadores como J.J. Rousseau, y luego a inicios del s. XX destacándose a Montessori y tiene diversas vertientes, entre ellas a J. Dewey con las Escuelas Progresivas en EEUU.
2. Ley N° 4563 de 1930, primera *Ordenanza General de Construcción y Urbanismo*, aprobada en conjunto con la *Ley de construcción en concreto armado* y las *Especificaciones Técnicas para edificios fiscales*.

Lista de referencias

Carimán, Braulio. 2012. «El ‘problema educacional’ entre 1920 y 1937: Una historia de reformas y limitaciones». *Revista Universum, Universidad de Talca*, 27: 31-44.

Cuadra, Manuel. 2010. *Arquitectura en América Latina: Perú, Bolivia, Ecuador y Chile en los siglos XIX y XX*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Instituto de Investigación INIFAUA.

Junemann, Alfredo. 1999. *Arquitectura del inicio del modernismo: oficina de Gustavo Mönckeberg y José Aracena, arquitectos: la arquitectura educacional en Chile 1920-1950* (Manuscrito no publicado). Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Orellana, María Isabel. 2009. *Cultura, ciudadanía y sistema educativo: cuando la escuela adoctrina*. Santiago de Chile: DIBAM, Museo de la Educación Gabriela Mistral.

Reyes, Leonora. 2010. «Profesorado y Trabajadores: Movimiento educacional, crisis educativa y reforma de 1928.» *Revista Docencia*, 40:40-49.

SCEE. 1987. *50 años de labor: 1937-1987*. Santiago de Chile: Sociedad Constructora de Establecimientos Educacionales.

Torres, Claudia; Valdivia, S.; Atria, M. 2015. *Arquitectura escolar pública como patrimonio moderno en Chile registro y análisis de las obras construidas por la «Sociedad Constructora de Establecimientos Educacionales» en la zona centro del país 1937 - 1960*. Santiago: Consejo Nacional de Cultura. Disponible en: http://www.docomomo.cl/documentos-y-publicaciones/

Tecnología constructiva del chacuaco en las haciendas azucareras. Cuatro casos de estudio de la región oriente del estado de Morelos

Adriana Uribe Ángeles

La industria azucarera en el estado de Morelos ha sido una actividad relevante en la historia de México; tuvo sus inicios en el siglo XVI, cuando Hernán Cortés construyó la primera hacienda en el pueblo de Axomulco, cerca de Cuernavaca. Las características geográficas y climáticas del estado favorecieron su fundación, crecimiento y desarrollo. Uno de los elementos característicos del paisaje construido actual de la región, son los chacuacos o chimeneas industriales de las haciendas azucareras, estructuras esbeltas y de gran altura, presentes en gran parte del estado, a pesar de que más de la mitad de dichos edificios están en condición de abandono.

El estudio de la tecnología constructiva de estos elementos es importante para su conservación, sin embargo poco se ha tratado este aspecto. En este marco, se presenta cómo fueron transformándose sus características edificatorias en un periodo comprendido entre los siglos XVI al XVIII, mediante el estudio de la geometría y de la estructura de cuatro casos de estudio ubicados en la región oriente del estado. También se han estudiado estos aspectos en función del incremento de la producción industrial y del mejoramiento de sus procesos. Logrando con ello una aproximación a la identificación de cómo fue la evolución de su estructura y sistemas constructivos conforme se transformó la industria en el estado de Morelos.

Las haciendas azucareras en Morelos: origen y procesos de producción

La historia de las haciendas inició después de los primeros años de la colonia, pasando por todo el periodo virreinal, el de la independencia, los años del movimiento revolucionario y finalmente, terminó cuando se promulgaron las reformas agrarias. La hacienda, como una propiedad agrícola dirigida por un latifundista, en donde la fuerza de trabajo es sometida a los trabajadores que la operan (Lorenzo 2007, 67), fue la forma de trabajo que imperó en las haciendas azucareras en México, así como en los molinos de trigo; ambas empresas constituyeron las primeras agroindustrias novohispanas.

Las bondades y ventajas del estado de Morelos, así como su cercanía con la ciudad de México, contribuyeron para que fuera seleccionado por Hernán Cortés para instalar su residencia, así como la primera fábrica de azúcar de la Nueva España en el Marquesado del Valle de Oaxaca, alrededor de 1535 (Scharrer et al. 1997, 16). Morelos se caracteriza por su tierra fértil, al encontrarse en una región subtropical, con las condiciones climáticas que favorecen la cosecha de la caña de azúcar. Las haciendas o ingenios azucareros morelenses fueron de los primeros construidos, en los pueblos de Axomulco, con el ingenio de Cortés, y Amanalco, de Bernardino del Castillo. Gisela Von Wobeser (1988) documenta que para finales del

siglo XVII ya se habían construido 40 ingenios en la zona.

En términos arquitectónicos se habla de una etapa inicial, en la que se construyeron los zangarrillos, también conocidos como trapiches, de estructura rudimentaria y efímera. En estos espacios industriales, existía el movimiento por tracción animal del trapiche, en él se tritura y se extrae el juego de la caña de azúcar; también existía un recipiente metálico para recibir el caldo, así como los moldes donde se cuaja el jugo, obteniendo finalmente la panela, un derivado del azúcar conocido hoy como piloncillo. En estas pequeñas edificaciones fueron construidos los primeros chacuacos, de poca altura y caracterizados por su sección transversal cuadrada.

El producto obtenido del ingenio era exclusivo para la exportación y el consumo de las clases pudientes de la Nueva España; con las mieles residuales se obtenía el aguardiente o chiringuirito, una bebida barata y clandestina hasta 1961, lograda a través del cocimiento y destilación de la caña (Scharrer et al. 1997). Otro elemento que interviene en la evolución de la industria azucarera es la cría de ganado en mayor y menor proporción para la operación de las fábricas, ya que tenía varias funciones; era la fuerza motriz para las ruedas de la molienda, así como para la prensa; también servía como fuerza indispensable para el trasporte de los insumos y como proveedor de cueros, lana, sebo, entre otros. Entre 1690 y 1680 factores climáticos y demográficos conducen a los productores de caña a abandonar sus cultivos, rentando sus propiedades y tierras para el cultivo de diversos productos, tales como: maíz, frijol, arroz, calabaza, melón y sandía, generando un auge en la economía campesina (Crespo, Manigat y Reynoso 2006).

En 1880 se inicia el proceso de modernización en la industria azucarera en Morelos, con la introducción de maquinaria que trasformó radicalmente las técnicas de producción, mediante el método de centrifugado, consistente en separar los cristales del azúcar del jarabe colector. En la hacienda de Santa Clara, ubicada al noreste del estado, fue usado este método por primera vez (Scharrer 1996). Este cambio trajo como consecuencia que los hacendados aumentaran la superficie cultivada pues lograban mayor producción con la mejor tecnología implementada. Sin embargo, esto llevó al despojo de las tierras que pertenecían a la población indígena, por lo que hubo gran disgusto de ellos como dueños originales.

En esa época la importancia de la industria azucarera en el interior del país se incrementó en gran medida, pues pasó del 38.6% en el año de 1906, al 56% durante el periodo comprendido entre 1892 a 1910. Jiménez (1986, 13) señala que debido a ello el desarrollo industrial del estado de Morelos fue tan vertiginoso, que sólo es equiparable al registrado en Bahía, poblado de Brasil. En algunos casos, durante este proceso de prosperidad y desarrollo en Morelos, algunos trapiches fueron extendiéndose hasta llegar a ser grandes ingenios ya modernizados, en los que fueron construidos los chacuacos de gran altura y esbeltez, caracterizándose como los elementos más representativos de esta industria en la región.

Características de los chacuacos morelenses

La construcción de los grandes ingenios inmediatamente al lado de los campos de azúcar respondió a la vulnerabilidad de la caña, pues se tiene que procesar inmediatamente para aprovecharla al máximo. Esto ayudó a que las haciendas azucareras incrementaran su producción, además de que paulatinamente se extendían territorialmente, aumentado la zafra. Esto requirió mayor equipamiento y espacio, además de la modernización de los procesos fabriles y la construcción de chacuacos de mayor altura.

La función principal del chacuaco es ayudar a mantener la higiene del lugar, evitando los malos olores y los humos producidos en chimeneas de poca altura. Es decir, son elementos que conducen humos y gases a una altura suficiente, sin perjudicar a los seres vivos ubicados en las cercanías del ingenio. El incremento de altura de la chimenea, conforme aumentó la producción, favoreció la corriente de aire y benefició la combustión, haciendo posible la reducción de la cantidad de combustible necesaria para la generación de vapor.

Relación de los chacuacos con los espacios industriales de la hacienda azucarera

Los espacios industriales de la hacienda azucarera que están relacionados con el chacuaco son el cuarto de calderas y el cuarto de hornallas. En estos dos espacios se realiza la cocción a fuego directo del jugo

de caña, por lo que el chacuaco tiene comunicación directa con el cuarto de calderas, que de la misma manera se encuentra conectado con el cuarto de hornallas (Scharrer et al. 1997). La casa de calderas debía estar en un nivel inferior al del trapiche para transportar el jugo de la caña que era extraído en el trapiche, se trasportaba hacia la casa de calderas mediante canales de madera. Una vez trasportado el jugo de caña de azúcar al cuarto de calderas, se colocaba en cazos de cobre llamados calderas, de ahí el nombre del espacio. En estos cazos el jugo era cocido y concentrado pasándolo de una caldera a otra, conforme se avanzaba estas recibían mayor fuego directo y el jugo se iba concentrando mas, por lo que las pailas iban disminuyendo su tamaño pero aumentando su grosor para no quebrarse. De esta manera las pailas son llamadas; la de recibir, la de contra recibir, la de contra medio, la de contra melar, la de melar, y finalmente la mas gruesa y pequeña llamada tacha o tacho. En este orden la primera caldera y la ultima eran las mas importantes, las intermedias podrían suprimirse dependiendo de la cantidad de producción.

Estos espacios tuvieron pocos cambios, hasta la primera década del siglo XVIII cada caldera tenía su propio horno y dentro de este espacio se localizaban los chacuacos de geometría cuadrada, alineados y con una altura aproximada de 4 m Generalmente el cuarto de calderas era de traza rectangular y requería de gran espacio, ya que las pailas era muy grandes, aproximadamente de 1,5 m de profundidad por 1,5 m de diámetro, además de que el tanque que recibía el jugo de caña tenía que estar a una menor altura a la de el trapiche, y contiguo a este tanque se encontraba la primera caldera (Scharrer 1996). Otro aspecto importante era que las calderas también deberían tener una altura optima para que los calderos pudieran pasar el jugo de una caldera a otra. Este espacio era el único en el que se eran colocados candiles para que se pudiera trabajar hasta la noche.

Por otro lado están las hornallas, espacio contiguo en donde se localizaban los hornos y chimeneas que alimentaban el cuarto de caldera. La ubicación de este cuarto requería estar contiguo a la casa de calderas, así como también debía encontrarse a una altura inferior para que este lograra calentar las pailas a fuego directo (figura 1). Las pailas del cuarto de calderas estaban dispuesta en fila pegadas a muro intermedio entre este espacio y las hornallas, cada caldera necesitaba un horno, el cual era alimentado con el bagazo que quedaba de la molienda de caña y por medio de los chacuacos se liberaban los gases toxico producidos de esta combustión. Es de este modo que al igual que las pailas, los hornos u hornallas también se encontraban alineados en esta misma disposición, de manera que cada horno requería un chacuaco que alimentara con fuego directo las calderas y los hornos (Kusuhara 2008). Esta disposición del espacio, de los instrumentos y de los elementos industriales como las chimeneas se ven en las primeras haciendas construidas en el siglo XVI. Estos primeros chacuacos se construían de mampostería de tabique y

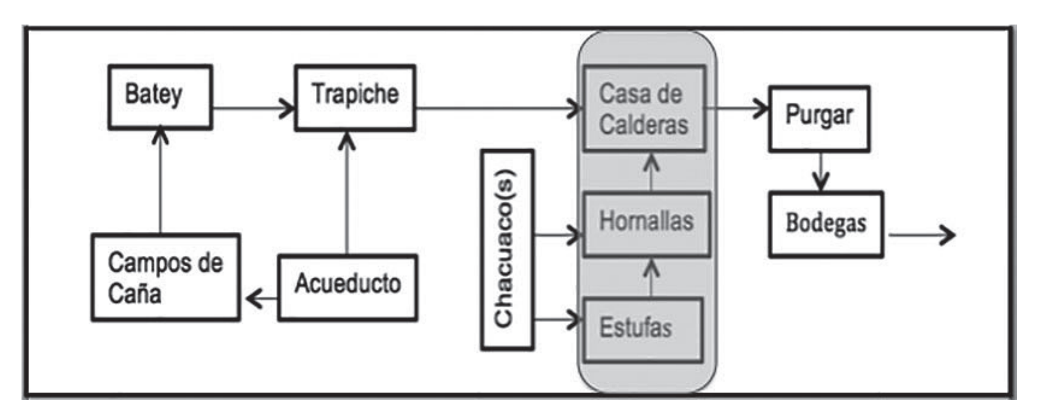


Figura 1
Relación de los espacios industriales dentro de la hacienda

piedra cubiertos con morteros de cal, generalmente de geometría cuadrada.

A finales del siglo XVIII muchas de las haciendas, se expandieron y modernizaron debido a la alta demanda del producto tanto por parte de los colonos como para su exportación y comercio en Europa (Scharrer et al. 1997). El aumento de producción de azúcar y la legalización y comercialización del aguardiente, requirieron de mayor combustión, generando mayor cantidad de gases, y es en esta etapa en la que se construyen los chacuacos de mampostería de mayor altura, generalmente de geometría circular. Como se menciona anteriormente, el aumento del tiro de los chacuacos no solo respondía a cuestiones de salubridad; a su vez, el aumento de altura generaba una mayor succión de los gases mejorando la combustión de los hornos y disminuyendo la cantidad de gabazo y leña (López, Martínez y De Mazarredo 2011). De esta manera se asume la relevancia de las características de las chimeneas industriales para la producción del azúcar.

Procesos constructivos de los chacuacos

El estudio de cómo se construía antiguamente las torres y chimeneas puede tomarse como un antecedente de la edificación de los chacuacos estudiados en este trabajo. La altura es parte fundamental de su diseño, ya que, como se comentó anteriormente, ésta favorece la combustión a mayor altura, al mismo tiempo que se economiza en el combustible.

Para este análisis se dividen los elementos constructivos del chacuaco con el fin de reconocer su función, en corona, pila y base. Gracia López (2007, 602) nos define estos elementos como se detalla a continuación: la corona es el elemento superior de la chimenea y su función es puramente ornamental; en algunos casos la corona representa la marca distintiva del constructor. La pila es el elemento más importante ya que conduce el humo hacia arriba y la altura mejora la succión y combustión en los hornos, su geometría puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La base forma la parte inferior de la chimenea y es generalmente cuadrangular u octogonal con altura variable. Su función es la de acceder al interior del chacuaco y la de distribuir las cargas sobre el suelo para evitar fallos en la cimentación.

Por otro lado, López Patiño (2007) aborda el proceso constructivo de las chimeneas que a continuación se describe: estas chimeneas son elaboradas por constructores especialistas, generalmente solo se requiere de 4 a 5 personas, de las cuales dos se quedan en la base preparando los morteros y pasando los ladrillos por medio de una polea. El tercer constructor, localizado aproximadamente 2 m por debajo del cuarto constructor, se encarga de recibir el materia y suministrarlo al tiempo que el cuarto constructor va levantando los muros de la chimenea. La base es diseñada en base a la altura, en donde resulta importante considerar el tamaño del hueco en la parte superior del chacuaco, ya que el constructor necesita moverse con libertad para realizar el trabajo. A partir de este parámetro es que se determinan el resto de las dimensiones. Se tiene documentado el uso de andamiaje, sin embargo la manera mas común es trabajar por dentro de la chimenea, de tal forma que conforme avanzan las paredes del elemento, se van anclando unas barras de hierro que sirven como escaleras, como apoyo para los tableros y que permite un punto de agarre para la polea. Generalmente se divide el fuste de la chimenea en tramos de entre 4 y 5 m en donde cada tramo tiene un valor determinado de ladrillo menos que el tramo inferior. De este modo es que la chimenea va reduciendo su espesor, respondiendo a la mecánica de aumentar el ancho y la sección en la parte inferior de la chimenea por consideración de estabilidad y resistencia a las cargas gravitatorias acumuladas. Se considera que mediante este proceso constructivo, un chacuaco de 25 a 30m se puede construir entre 30 y 50 días.

Reglas tradicionales para determinar las dimensiones de torres y chimeneas

En esta investigación se han estudiado reglas de proporción y geometría para el cálculo tradicional de torres, y su aplicación en los casos de estudio que serán descritos más adelante. Estas reglas fueron abordadas desde los arquitectos del gótico tardío alemán y tratadistas como Rodrigo Gil de Hontañón, los cuales fueron influenciados por las aportaciones teóricas de Alberti.

Durante el gótico tardío alemán las plantas de las torres presentaban una geometría cuadrada, la esbeltez de la torre se establecía en relación entre el lado de la base y la altura. Sin embargo el parámetro más importante de su estructura se encontraba en el espe-

sor de los muros, el cual se calculaba en proporción de su altura total. De esta manera se establecía una relación 1/20, la pared tendría 1 m de espesor si tiene 20 m de la altura. Por otro lado Alberti proporcionó reglas para calcular las dimensiones principales de las torres de proporciones más esbeltas, las cuales se aplicaron hasta mediados del siglo XIX. Las aportaciones de este teórico se basaron en dos parámetros relacionados con la altura; la anchura de la base y el espesor de los muros. En primera instancia distingue la sección geométrica de la torre, la cual podrá ser cuadrada o redonda. La de sección cuadrada sigue una proporción de anchura de base de 1/6 de su altura y la de sección circular tendrá de base en su diámetro 1/4 de la altura total de la torre. Otro tratadista que aborda las proporciones geométricas estructurales de las torres es Rodrigo Gil de Hontañón. Principalmente se basan en calcular el espesor de los muros y el espesor de los estribos en su coronación. De esta manera en la primera regla se define la esbeltez relacionando la altura de la torre con el ancho de la base; de esta forma la base se calcular en base a la altura que se quiera alcanzar estableciendo que la base será 1/4 de la altura total. Por otro lado el espesor de muros se calcula sacando la raíz cuadrada de la altura, tomando solo 1/2 del resultado para establecer el espesor (Huerta 2004).

En cuanto a las chimeneas industriales, Huerta (2004) cometa que las primeras investigaciones se obtuvieron del Padre Tosca (1707-1715), esto se encuentra en su comprendió matemático relacionado al centro de gravedad que sostiene el cuerpo al pasar dentro de su base. Otro trabajo pionero en el tema se refiere a la primera memoria científica de Fresnel (1831), así como también se cuanta con las aportaciones teóricas de estabilidad de las torres y chimeneas de mampostería de tabique de Rankine. Sin embargo fueron las reglas empíricas de Alberti las más utilizadas para la construcción de elementos de gran altura y esbeltez, reglas basadas en proporción y geometría.

A pesar de estas primeras aportaciones, no fue hasta mediados del siglo XIX que el problema de estabilidad de estos cuerpos alcanzó un desarrollo suficiente a partir del cual se deriva el trazado y diseño de las dimensiones pertinentes para la condición de estabilidad del elemento (tabla 1). Para esta investigación, es de gran importancia mencionar que es Rodrigo Gil de Hontañón, el que establece en sus reglas que al aumentar el tamaño o altura y disminuir proporcionalmente el espesor del muro, mejora la condición de estabilidad de estos elementos esbeltos de gran altura, ya que de esta manera el peso aumenta con el volumen. En esta misma línea, también es el

Relación ancho de muros		Relación de esbeltez
Regla gótica de los tratados alemanes	m= h/20 ; m/h= 1/20	h/ b= 1/12
La regla de Alberti	m= h/15 ; m/h= 1/15	h/ b= 1/6
La regla de Rodrigo Gil de Hontañón	m= ½ √h ; m/h= ½ (1/√h)	h/b= 1/4
Torre Arisnelli	Base m=1/30 y Cornisa=1/100	--------

Tabla 1
Reglas de tratadistas europeo para el calculo de espesor de muros en torres y chimeneas en donde h= altura y m= espesor (Huerta 2004)

quien considera al viento como un factor más, considerando que este factor incrementa en mayor magnitud en relación a la superficie y no a la altura.

Casos de estudio: ubicación, características y estudio de la geometría

El primer caso de estudio es la hacienda el Hospital, conjunto arquitectónico dentro de la catalogación de monumento arquitectónico. Se localiza en las afueras de la ciudad de Cuautla, a unos 6 km al poniente, dentro de lo que hoy se conoce como el estado de Morelos. Esta hacienda fue fundada a finales del siglo XVI bajo la supervisión del quinto virrey de la nueva España, Lorenzo Suárez de Mendoza. Quien funda este conjunto es Bernardino Alvares, exiliado poco después de la construcción de la hacienda. A su regreso se dedica al altruismo fundando hospitales, entre ellos la Hacienda El hospital en 1569.

El segundo caso de estudio es el chacuaco de la hacienda Chinameca, está localizada en el poblado de Chinameca, perteneciente al municipio de Ciudad de Ayala. Esta hacienda fue la ultima en edificar antes de la revolución en el estado de Morelos. Esta hacienda cuenta con una historia corta, sin embargo tiene un gran valor histórico ya que en ella trabajó el personaje revolucionario Emiliano Zapata. En esta construcción se llevaron acabo luchas armadas por litigio de tierras y donde es acecinado este personaje.

El tercer chacuaco se encuentra en la hacienda de Atlihuayán, la construcción se encuentra localizada al sur del municipio de Yautepec, sobre la carretera a Ticumán y las Estacas. Esta hacienda tiene sus inicios mediante una merced de cuatro caballerías de aproximadamente 171 hectáreas otorgadas por don Pedro Cortés, cuarto marqués del Valle de Oaxaca, en el año de 1560.

Finalmente, el último caso de estudio es la hacienda de Cuahuixtla, se localiza al norte del municipio de Ciudad Ayala. Esta hacienda fue fundada en el siglo XVI por frailes agustinos, alcanzando su máximo auge en el sigo XIX (figura 2).



Figura 2
Mapa de localizacion de los casos de estudio (elaboración propia 2015)

El Hospital

El chacuaco se encuentra localizado a un costado barda sur perimetral, a uno cuantos metros de lo que era el trapiche viejo. Esta chimenea industrial esta construida a base de mampostería de ladrillo, tiene una relación de esbeltez de 1/14 y alcanza una altura de 35,41 m actualmente, su geometría es de sección circular. Se comenta que aproximadamente 10 m del chacuaco fueron retirados por miedo a un derrumbe, y aunque esta información no se encuentra documentada. Es notorio que le hace falta la corona y una parte del fuste, ya que a lo largo del fuste se encuentra el nombre de Concepción [uno de los nombres de la hacienda], faltando las primeras de las leras C y O.

Su base es cuadrada y al igual que toda la chimenea está construida a base de mampostería de ladrillo. Tiene una altura de 3,90 m de altura, sin embargo para conectar el cenicero a la cámara interior, parte de la base está enterrada a una profundidad de 1,85 m de profundidad (figura 3). El acceso al interior del chacuaco es mediante un arco de medio punto, contando con un espacio de 2,20 m de diámetro en la base y 2,00 m de diámetro en la parte superior del fuste. Por otro lado por la parte exterior de la chimenea, el fuste arranca con un diámetro de 5,25 m y termina con un diámetro de 3,20 m.

La sección del chacuaco se reduce proporcionalmente conforme aumenta su altura. En la parte inferior tiene un grosor de 1,11 m, mientras que en la



Figura 3
Chacuaco hacienda El Hospital (toma y edición propia 2014)

parte superior cuenta con un grosor de 60 cm, resultando una pendiente de 0,14 % a lo largo del tiro del fuste. Este caso de estudio tiene un desplome de 5 cm.

Chinameca

El chacuaco se encuentra localizado al norte de la casa grande, enfrente de él, se logra ver los ductos que formaron la cámara interior y que conectaban con la casa de calderas. El sistema constructivo con el que se edifico es de mampostería de ladrillo. Tiene una sección circular en el fuste y se desplanta de una base cuadrada, la cual muestra a simple vista intervenciones de mantenimiento, además de tener una losa de cemento sobre su cenicero. Su relación de esbeltez es de 7/8, alcanzando una altura de 39,61 m desde su base hasta la corona del fuste. A simple vista se logra ver en la fachada norte la falta de material en una sección alta del fuste, esto debido a un cañonazo que recibió durante los enfrentamientos armados, según comentarios de lugareños.

Las dimensiones de la base es de 4,74 m de altura y 5,85 m de longitud, construido con un aparejo a tizón tanto en los muros como en la cornisa. Tiene dos accesos alineados, en ambos el claro es formado mediante el arco rebajado (figura 4). El espacio interior del chacuaco en la base es de 2,75 m y en la parte superior del chacuaco de 2,00 m. El fuste, por el exterior, se desplanta con una dimensión de 5,15 m, terminando con una medida de 2,80 m. El aparejo que se observa a lo largo del fuste es a soga. En la corona se presenta un remate sencillo, con una cornisa de cuatro movimientos a 2,46 m de la punta de la chimenea.

Los muros tienen un espeso de 1,20 m en la parte inferior, mientras que en la parte superior se reduce a 47 cm. La reducción proporcional de los muros tiene una pendiente de 0,27 %. El eje geométrico de este caso de estudio tiene un desplome de 11 cm.

Atlihuayán

Su chacuaco se localiza al sur del ingenio de vapor, y a este le sigue el ingenio viejo. Su geometría es de

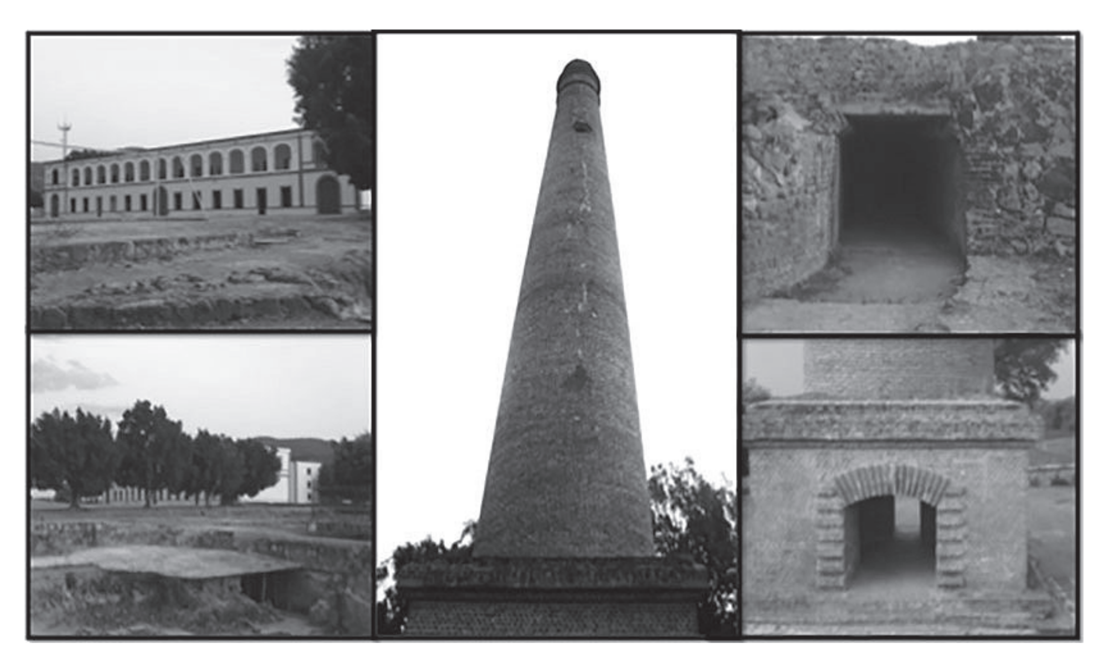


Figura 4
Chacuaco hacienda Chinameca (toma y edición propia 2014)

sección circular y de base cuadrada. Esta construido a base de mampostería de ladrillo y alcanza una altura de casi 35,51 m, este caso de estudio es el que presenta mayor labor de mantenimiento, ya que lo largo del fuste de la chimenea se logran apreciar una serie de cinchos de hierro como refuerzos estructura.

Esta chimenea alcanza una altura de 38 m, está construida a base de mampostería organizada de ladrillo. Tiene una relación de esbeltez de 1/8 y a lo largo de su tiro presenta una pendiente de 3,7 %. La base es de forma cuadrada, tiene 4,27 m de largo y 2,54 m de altura, sin embargo se encuentra 3.09 m por debajo del nivel de piso, conectando así el cenicero del chacuaco con la cámara interna (figura 5). El acceso se encuentra por debajo nivel de piso, y se baja por medio de una escalera tipo marinera, y el acceso tan solo tiene 50 cm de altura y 56 cm de ancho, formado por un arco levemente rebajado. El ducto de la chimenea en la base tiene un diámetro de 1,53 m, mientras que en la parte más alta aumenta a 1,65 m de diámetro. En el exterior, el fuste se desplanta con una dimensión de 3,96 m de diámetro y 2,45 m en la parte superior. Los muros inician con un espesor de 1,27 m reduciéndose hasta llegar a un grosor de 2,45 m.

En general presenta un aparejo a soga, sin embargo en las esquinas se observa la utilización de la piedra basalto, muestra de las intervenciones hechas para su conservación, al igual que la sucesión de cinchos de hierro a lo largo del fuste del chacuaco.

Cuahuixtla

Esta hacienda fue de las más grandes del país, por lo que en ella se logran varios chacuacos de sección cuadrada y de gran altura. Este caso de estudio es muy particular, ya que no se logra apreciar otras chimeneas industriales con las características que esta presenta. Esta chimenea alcanza una altura de 35,36 m y al igual que los otros casos de estudio está construida con mampostería de ladrillo organizada, sin embargo en este caso si se le recubrio con una capa muy fina de estuco (figura 6). La relación de esbeltez es de 1/10, relación optima según las reglas tradicionales. A lo largo del tiro del fuste presenta un desplome de 0,40 %, el más grande de los 4 casos de estudio. La base tiene 2,70 m de lado en donde se localiza la entrada al cenicero, 3,65 m de largo en el



Figura 5
Chacuaco hacienda Atlihuayan (toma y edición propia 2014)



Figura 6
Chacuaco hacienda de Cuahuixtla (toma y edición propia 2014)

HACIENDA	CHACUACO	GEOMETRÍA	ESBELTEZ	MUROS	PRODUCCIÓN
El Hospital	S. XVI	Sección Cuadrada	1/ 7.8	1/32	400 a 500 T. azúcar
	S. XIX	Sección Circular	1/13	1/22	2000 a 2500 T. azúcar
Chinameca	S. XIX	Sección Circulas	1/7.8	1/33	1000 a 1500 T. azúcar
Atlihuayan	S. XVI	Sección Cuadrada	1/13	1/22	600 a 700 T. azúcar
	S. XIX	Sección Circular	1/8.3	1/27	3000 a 3200 T. azúcar
San Antonio Cuahuixtla	S. XVII	Sección Cuadrada	1/10	1/23.8	3000 T. azúcar

Tabla 2
Historia fabril y modernizaciones (elaboración propia 2015)

desplante y una altura de 3,98 m, teniendo un espesor de muros de 1,10 m. En este caso la base se encuentra completamente sobre el nivel de piso, teniendo un pequeño acceso mediante un arco de 85 cm ancho por 53 cm de altura. El ducto de la chimenea tiene 1,19 m en la base y se reduce a 0,61 m en la corona de remate. En el exterior se desplanta el fuste con una dimeción de 3,61 m terminando en la corona con 1,33 m. Finalmente el fuste se encuentra seccionado por tramos aproximados de 80 a 90 cm de tal manera que en cada sección se va reduciendo el espesor de muro 4 cm en total, 2 cm de cada lado.

Este chacuaco ya presenta daños mecánicos como grietas a lo largo del fuste, falta de material en la corona del remate y así como también la perdida de estuco que cubre el sistema constructivo de la intemperie. Sin embargo solo presenta una primera intención de restauración, en general se encuentran en estado de abandono.

Comparacion de los casos de estudio

En una etapa inicial se construían varias chimeneas alineadas en la casa de calderas y la hornalla, como en la hacienda de El Hospital y en Atlihuayán, dos de los casos de estudio. La geometría de estas chimeneas es de sección cuadrada y de una altura menor a

HACIENDA	MODERNIZACIÓN	ZAFRA	PRODUCCIÓN	RESULTADOS
El Hospital S. XVI	1625 Rueda Hidráulica	1821	471.5 T. azúcar	5 veces más producción
	S. XVIII y S. XIX	1908	2500 T. azúcar	
Chinameca S. XVIII	1906 S. XIX	1907	1030 T. azúcar	------------------
Atlihuayan S. XVI	S. XVII y S. XVIII	1877	646.8 T. azúcar	6 veces más producción
	S. XIX	XIX	3200 T. azúcar	
San Antonio Cuahuixtla S. XVI (rueda hidráulica)	1643 Expansión territorial y aumento de población.	1870	397.9 T. azúcar	2.5 veces más producción
	1700 Maquina de vapor	1874	891.43 T. azúcar	
		1900	2165 T. azúcar	2.4 más producción
	1800 Ferrocarril	1901	3000 T. azúcar	1.3 más producción
		1912	2136 T. azúcar	0.7 más producción

Tabla 3
Características geométricas de los casos de estudio (elaboración propia 2015)

CHACUACO	ALTURA	MUROS	RELACIÓN ANCHO MUROS	ESBELTEZ	DESPLOME	%
Hospital	35.41	1.11	1/32	7.8	5 cm.	0.14
Chinameca	39.61	1.20	1/33	7.8	11 cm.	0.27
Atlihuayan	35.51	1.30	1/27	8.3	12 cm.	0.37
San Antonio Cuahixtla	35.26	1.26	1/28	13.05	14 cm.	0.40

Tabla 4
Evolución del chacuaco en los casos de estudio (elaboración propia 2015)

las construidas con sección circular, aproximadamente entre 15 m y 20 m. El número de chimeneas dependía del número de hornallas. A diferencia de las construídas de mampostería regular y de gran altura, estos primeros chacuacos sí contaban con aplanados de estuco (tabla 2).

Por otra parte, se observan chacuacos de igual geometría cuadrada, pero de mayor altura en la hacienda de San Antonio Cuahuixtla. Esta hacienda se moderniza en 1874 debido a la gran producción que tiene y a la gran demanda de la industria. Dentro de esta modernización se introduce la máquina de vapor, considerándolo ya para 1887 como uno de los ingenios más importantes de México (Scharrer et al. 1997), destacando que dentro de las instalaciones se contaba también con una fábrica de aguardiente, lo que requirió de un espacio más de producción relacionado con las chimeneas industriales (tabla 3). Otro factor a destacar es la disposición de los chacuacos, ya que para esta etapa sólo se construía un chacuaco por casa de calderas. De tal manera que se conectaban los ductos de todas las hornallas para desalojar los gases producidos por la combustión, a estos ductos se les conoce como galería interior. En la intersección de esta galeria y la chimenea existe una disminución de altura, a este

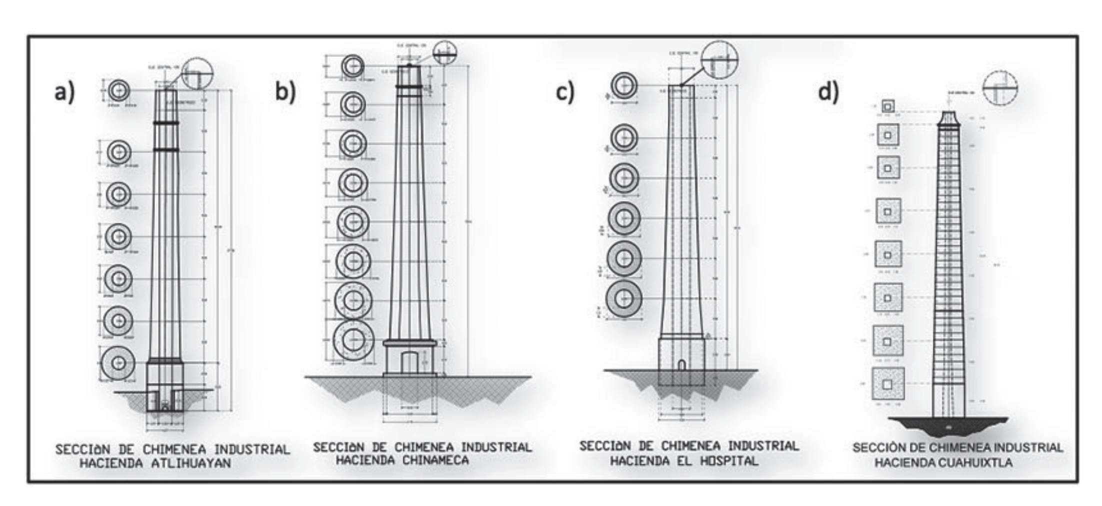


Figura 7
Sección geométrica de las chimeneas industriales: a) Atlihuayán, b) Chinameca, c) Hospital, d) Cuahuixtla (elaboración propia 2015)

espacio se le conoce como cenicero y en el se acumulan las cenizas llevadas por el humo (López 2007).

Finalmente se muestran las grandes chimeneas industriales de mampostería de ladrillo y geometría circular, en las que se logra ver el aparejo del material, muestra de un manejo técnico del sistema constructivo. Los chacuacos tomados como casos de estudio son El Hospital, Chinameca y Atlihuayan con estas características se empiezan a construir en la segunda mitad del siglo XIX, ya que en este periodo la mayoría de las haciendas azucareras entran a una etapa de modernización (tabla 4).

La economía fue otro factor para optar por la construcción de una sola chimenea conectada a varios hornos mediante la galería interna, de esta manera se mantenían los costos de construción a un mínimo. En consecuencia a todos estos factores es que determina la construción de las chimeneas con estas características constructivas y estructurales, como última fase evolutiva de los chacuacos de las haciendas azucareras en Morelos (figura 7). Posteriormente se construyen chimeneas con mayor altura durante el siglo XX, con la introduccion de un nuevo sistema constructivo, concreto armado, por lo que estas construcciones quedan fuera de esta investigación.

Conclusiones

Podemos concluir que las trasformaciones dadas en el desarrollo tecnológico de la industria azucarera en el estado de Morelos, se relacionan directamente con la geometría y estructura de los chacuacos, así como también la disposición de los espacios de producción. El estudio de reglas empíricas utilizadas para el dimensionamiento de los elementos estructurales de mampostería de tabique de gran esbeltez nos muestra que su uso permitió la construcción de chacuacos de alturas considerables en Morelos.

Lista de referencias

Aguilar, Inmaculada. 2011. «Arquitectura Industrial, testimonio de la era de la industrialización». *Cátedra Demetrio Ribes, Universidad de Valencia*, 7: 71-101. www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/BienesCulturales/N7/12-Arquitectura_industria.pdf

Ávila, Héctor. 2001. *La agricultura y la industria en la estructuración territorial de Morelos*. México: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.

Crespo, Horacio; S. Manigat e I. Reynoso. 2006. *El Azúcar en América Latina y el Caribe. Cambio tecnológico, trabajo, mercado mundial y economía azucarera*. México: Senado de la Republica.

Estrada, S; Toussaint; A. Scharrer, B. y B. Von Mentz, 1996. *Haciendas de Morelos*. México: Miguel Ángel Purrúa.

Huerta, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas, geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. España: Instituto Juan de Herrera.

Jiménez, Lucero. 1986. *La Industria Cañero-Azucarera en México (Estado de Morelos)*. Cuernavaca: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.

Kusuhara, Ikuo. 2008. *La arquitectura de Haciendas Mexicanas y el clima*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

López, Gracia; A. Martínez y L. de Mazarredo. «Chimeneas industriales de ladrillo helicoidales». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por S. Huerta, I. Gil, S. García, y M. Taín, 755-65. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Monterrubio, Antonio L. 2007. *Las Haciendas Pulqueras de México*. México: UNAM.

Morales, Paulina y Villa, Auribel. 2013. «Patrimonio Industrial un nuevo territorio». *Revistas Científica y Arbitradas de la UNAM*, Foro abierto: 32-33. http://www.revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/download/26343/24758

Rendón, Ricardo. 1994. *Haciendas de México*. México: Fomento Cultural Banamex.

Scharrer, Beatriz. 1997. *Azúcar y Trabajo, Tecnología de los siglos XVII y XVIII en el actual Estado de Morelos* . México: Miguel ángel Purrúa.

Von Mentz, Brígida. 1991. *Atlihuayan, Ingenio de Azúcar, Yautepec, Morelos. Atlihuayan en la Historia*. México: Atlihuayan Centro de Convivencia, A.C. México.

Arquitectura ecléctica residencial en la Ciudad de La Habana (municipios de Habana Vieja y Centro Habana) entre 1900 y 1930. Fuentes documentales

Enrique Valdivieso Sánchez
Francisco González Yunta

Valores del conjunto patrimonial ecléctico residencial en la Ciudad de La Habana

Durante las tres primeras décadas del siglo XX La Habana cambió su cara. El boom inmobiliario, propiciado por la nueva situación política y económica, viene de la mano de un periodo de bonanza macroeconómica debido al alza en el precio del azúcar y a un crecimiento demográfico del país, es la denominada época de las «vacas gordas». En dicho intervalo temporal, la explosión de actividad constructiva produjo transformaciones de tal trascendencia en la Ciudad de La Habana que configurarán la imagen característica de la capital cubana tal y como hoy la conocemos.

Este crecimiento urbanístico sin precedentes en la historia de la ciudad lleva aparejado el auge en el uso de los códigos propios de la arquitectura ecléctica, tal y como señala José Ramón Soraluce Blond, a través de los estudios de María Victoria Zardoya, «la comparación entre los planos de la Habana del siglo XIX y de los años treinta del siglo XX, muestra como la «ciudad ecléctica» surgida en ese período ocupa más de la mitad del suelo urbano total, correspondiente a nuevos barrios y a los antiguos asentamientos extramuros, reconstruidos con edificios eclécticos». (Soraluce y López 2005, 18)

Dicho estilo definió estéticamente, en su versión doméstica o residencial, la exterioridad de la ciudad afectando especialmente a las fachadas de las nuevas edificaciones o por medio de intervenciones en edificios ya existentes. Este cambio formal mantiene, sin embargo, la planimetría de la vivienda tradicional habanera a la vez que desarrolla una trama urbanística de relleno y reposición que afecta a las edificaciones lotificadas medianeras de los barrios de intramuros, así como a la nueva trama que se desarrolla hacia el exterior de los asentamientos históricos, más allá de las antiguas murallas.

Zonas centrales de la ciudad como Habana Vieja y Centro Habana, fueron así transitando desde el gusto neoclásico y colonial de las fachadas que recorrían sus calles, hacia una trama urbana compacta que conserva los elementos característicos de la arquitectura clásica en lo estético y de la casa tradicional en lo constructivo pero que se reinventa y reinterpreta mediante un prolífico uso de una ornamentación heterogénea y mestiza.

La influencia académica se mezcla en estas edificaciones con rasgos propios del acervo popular en lo decorativo propiciando una singularidad en sus fachadas característica de la arquitectura doméstica del periodo ecléctico. Esto es debido en parte a que la mayoría de los proyectos eran llevados a cabo por maestros de obra que introducen variaciones estilísticas como rasgo diferenciador entre edificaciones de diferentes propietarios.

Las fachadas son, en este punto, las que en mayor medida se ven afectadas por estas variaciones del eclecticismo, «caracterizándose por una composición muy simple, mediante la repetición de un módulo, conformado a través del vano de puerta o ventana y

la cubierta o pretil; por lo que, la única forma de implementar variedad expresiva era con variaciones estilísticas o tipológicas en los elementos componentes exteriores». (Soraluce y López 2005, 22)

Dicha variedad ornamental en fachadas supone el rasgo más característico de este eclecticismo que se desarrolla mediante la implementación de técnicas constructivas, capaces de proveer una demanda de material ornamental conformado, conociéndose a esta forma de construir por metro lineales prefabricados con la denominación de «arquitectura del molde».[1]

La documentación que se genera en los proyectos arquitectónicos y constructivos, y la propia de las actividades administrativas derivadas de éstos, constituye parte del conjunto patrimonial de la ciudad ecléctica que se construye en La Habana durante tres décadas. Una idea de ciudad que lleva aparejada una forma de concebir la arquitectura y que queda plasmada, no solo en sus edificaciones, sino en la gran variedad de fuentes documentales que nacen de esa arquitectura y que podría representar el «espíritu colectivo de ciudad» (Zardoya 1998, 5) que aún hoy perdura.

Las fuentes documentales del eclecticismo residencial habanero

Para la aproximación al conjunto patrimonial parece necesario desarrollar una metodología que permita conocer cuáles son las fuentes documentales que registran y dan cuenta de los procesos y etapas que ha recorrido la arquitectura ecléctica doméstica en la Ciudad de La Habana, así como la manera mediante la cual se organizan dichos recursos.

Ya sea como herramienta para la práctica profesional, ya sea para la investigación académica, la catalogación e inventariado de las diversas fuentes referidas al conjunto edificado ecléctico será de gran utilidad a la hora de entender la historia arquitectónica, constructiva, urbana, social y económica de este patrimonio y su estado actual.

Si bien se han dado grandes pasos en el reconocimiento de los valores material y simbólico de este eclecticismo habanero doméstico, gracias a multitud de trabajos desde el ámbito académico y profesional, todavía no se ha desarrollado un corpus que lo reivindique como un conjunto patrimonial integral, aprehensible y comprensible desde su multiplicidad y mestizaje como un todo coherente.

La presente comunicación facilitará los futuros trabajos de investigación encaminados al conocimiento arquitectónico, constructivo e histórico del conjunto patrimonial ecléctico doméstico en la Ciudad de La Habana. Se propone por tanto crear un texto que sirva de guía a quienes traten de aproximarse a dicho patrimonio.

Metodología para un acercamiento a las fuentes del eclecticismo: periodos, tipologías e instituciones.

Partimos de la base constatada de que dicho acercamiento puede ser confuso y arduo, requiriendo de un trabajo previo de búsqueda de información sobre cuáles son los lugares, las instituciones y las personas a las que deberemos recurrir para recabar documentación útil para el estudio. Esto es debido a que las fuentes documentales se nos presentan habitualmente de forma parcial, dispersa y contradictoria. Se trata de un vasto y heterogéneo abanico de fuentes documentales cuya esquematización debe servir para tomar conciencia de las potencialidades y los límites del objeto de la investigación. Este conjunto abarca no sólo las edificaciones que han perdurado hasta nuestros días, sino que va más allá, albergando en su seno la imagen urbana histórica de la ciudad ecléctica en todas sus expresiones.

La clasificación de dicha multiplicidad de fuentes es fundamental para clarificar ideas, minimizar recursos y ganar en eficacia para el investigador. Los autores proponemos una serie de esquemas organizativos de la información contenida en las fuentes documentales en función de varios parámetros útiles.

En primer lugar, observamos la diferencia entre, por un lado, las que denominaremos «fuentes documentales primarias», que serán aquellas generadas en el periodo comprendido entre 1900 y 1930 y, por otro lado, las llamadas «fuentes documentales secundarias» que serán las que hayan sido producidas en base a las fuentes documentales primarias, es decir, cuya factura sea posterior al periodo ecléctico. Partiremos, por tanto, de una «clasificación temporal» de las fuentes documentales.[2]

En segundo lugar, caracterizaremos las diferentes fuentes documentales a las que se puede tener acceso en función de una «clasificación tipológica» que responde al contenido de dicha fuente y, a su vez, al for-

mato o soporte en el que se presenta. De esta manera hemos convenido en dividir, en base a dicho criterio, el espectro tipológico en seis categorías:

Documentación planimétrica (1), Información territorial urbanístico-arquitectónica (2), Informes técnicos (3), Archivos fotográficos (4), Fondos bibliográficos (5), Edificaciones existentes (6)

Las especificidades que engloban cada una de las tipologías serán desarrolladas acompañadas de información sobre cuáles son las «entidades e instituciones» de la Ciudad de La Habana que conservan y gestionan los fondos a los que tendremos que acudir para su estudio. Lógicamente, no existe una relación directa y cerrada entre las tipologías de fuentes documentales y las instituciones que albergan dichos fondos documentales. Sucederá, por tanto, que podremos encontrar varias categorías tipológicas en un mismo archivo (institución) y/o darse a su vez la presencia de dicha variedad de tipologías en un mismo formato documental.

Cabe señalar el importante esfuerzo de catalogación, conservación y gestión de los fondos documentales del eclecticismo habanero por parte de los diferentes organismos cubanos encargados de tal labor. En este sentido, destacan dos instituciones que, desde sus respectivos ámbitos de trabajo, son fundamentales en el campo de la promoción de un proyecto integral de rehabilitación y conservación en los municipios de Habana Vieja y Centro Habana en relación con la visión de pasado, presente y futuro de la gestión patrimonial para el conjunto del eclecticismo residencial de La Habana. Estamos hablando de la *Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana* (OHCH) y la Facultad de Arquitectura del *Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría* (CUJAE-ISPJAE).

La existencia de una red interconectada de instituciones cubanas al servicio de la protección del patrimonio es fundamental para entender hasta qué punto las manifestaciones del eclecticismo doméstico habanero cuentan con un soporte material, humano y técnico cuyo fin es su puesta en valor.

Las fuentes documentales primarias del eclecticismo habanero doméstico

La documentación generada en el periodo de auge del uso de los códigos eclécticos es de gran importancia ya que nos remite a la producción de material original como expresión más cercana y auténtica de los procesos que se generaron en torno a la arquitectura ecléctica.

La frenética actividad edificatoria de la época va de la mano de la introducción en la isla de técnicas constructivas y productivas innovadoras (desarrollo tecnológico e industrialización), introducidas por inmigrantes españoles y por empresas norteamericanas, siendo a su vez asumidas por arquitectos y maestros de obra cubanos. Dicha actividad va generando gran cantidad de documentación técnica propia de un proceso constructivo moderno en la que los diferentes actores (facultativos, propietarios, funcionarios, etc.) intervinientes en el proceso dan cuenta del mismo a través de la formalización de requerimientos de carácter mercantil y/o institucional. Proyectos, reformas, planes urbanísticos, denuncias, etc., son archivados en las diversas instituciones encargadas de ello y van conformando un cuerpo documental escrito y gráfico al que llamaremos «fuentes documentales primarias», incluyendo la materialización de las edificaciones objeto último de dicha documentación.

Para tener un anclaje físico en la ubicación de las diversas fuentes documentales primarias, se ha realizado un desglose de las instituciones y los lugares más importantes que las albergan.

Archivo Nacional de la República de Cuba (ARNAC)

Dentro de los diversos legajos originales que contienen documentación técnica y legal de edificaciones residenciales del periodo ecléctico están aquellos custodiados por el Archivo Nacional de Cuba. Se trata de documentos con un alto valor patrimonial ya que contienen fuentes documentales primarias de algunas de las edificaciones que se construyeron entre 1900 y 1930 bajo los códigos eclécticos en la ciudad y que aún perduran en muchos casos. La documentación contenida en cada una de las carpetas (código del Legajo) a las que puede tener acceso el investigador representan el archivo (código del Expediente) de una sola edificación (calle y número de la edificación original) con todas las modificaciones que hayan podido tener lugar posteriormente.

Todo este contenido documental puede ser incluido dentro de las siguientes categorías tipológicas:

Documentación planimétrica (1): Planos originales

o copias («blueprint») de la época de alzados (figura 1), plantas, secciones longitudinales y transversales, detalles constructivos para construcciones de nueva planta o para reformas, reparaciones y/o ampliaciones de diversa índole, planos de situación, planos urbanísticos.

Informes técnicos (3): Memorias descriptivas y constructivas originales de proyectos de reforma y obra nueva (memoria de materiales, medidas, calidades, distribución, disposiciones en planta y en fachada de elementos constructivos y ornamentales, memoria constructiva de elementos estructurales, explicación de procesos constructivos), solicitudes de licencia de obra por parte de la propiedad, solicitud de declaratoria de habitabilidad a las autoridades por parte de la dirección facultativa, aprobación por parte de la autoridad de licencias, denegación por parte de la autoridad de licencias hasta el subsanamientos de defectos de fondo y/o forma (incumplimiento de Ordenanzas Sanitarias y Ordenanzas de Construcción), datos catastrales, urbanísticos y de rentas del suelo, litigios y denuncias, órdenes de paralización de obra.

En estos legajos originales podemos encontrar descripciones sobre el uso de materiales, disposiciones constructivas, dimensionado de luces y elemen-

Figura 1
Escaneo de alzado. Concordia 414 (Enrique Villuendas 94). Leg. 167-C, Exp. 57003. Año: 1914. Director Facultativo: Pedro Iduatey. (Archivo Nacional de Cuba)

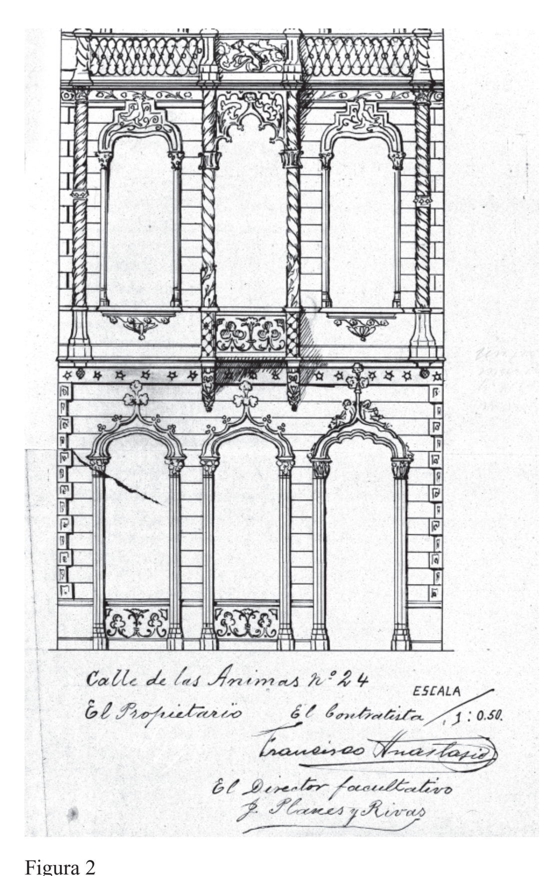


Figura 2
Escaneo de alzado. Ánimas 160 (Ánimas 24). Leg. 122-A, Exp. 50871. Año: 1912. Director facultativo: José Planes y Rivas. (Archivo Nacional de Cuba)

tos en fachada como en la siguiente transcripción de la memoria descriptiva contenida en el Legajo 167-C, Expediente 57003 del ARNAC correspondiente a la calle Concordia 414 (Enrique Villuendas 94) fechado el 12 de enero de 1914:

> La fachada se hará de ladrillo de 0,40-M de espesor con vestimentas de cemento armado y esculturas de piedra de la Bermeja, compuestas de puerta de calle y dos huecos de ventana con antepechos de balaustrada de cemento, el cornisón será fundido en concreto y la fachada del principal será construida en la misma forma con tres huecos de balcón haciendo el del centro de medio punto, y el espesor del muro será de 0,30-M.

Toda esta documentación, manuscrita o mecanografiada, va acompañada de las firmas, fechas y sellos correspondientes de las personas que intervienen en el proceso. Así como sus nombres y apellidos, su función y responsabilidades dentro del proceso constructivo y legal/administrativo (figura 2). Nombres de arquitectos y jefes de obra prolíficos del periodo como Pedro Iduatey o Alberto de Castro pueden ser vistos en sus funciones como directores facultativos junto con el de propietarios, contratistas, funcionarios públicos, jefes de departamentos municipales, etc. Toda esta información es de gran utilidad para situar dentro de un contexto histórico cualquier investigación que trate de estudiar la arquitectura ecléctica.

Centro Internacional para la Restauración del Patrimonio (CICOP)

La biblioteca de este Centro cuenta con uno de los fondos documentales con legajos originales más desconocido y que, sin embargo, cuenta con gran importancia: nos referimos al *Archivo de San Lázaro y Malecón*. Se trata de un completo archivo documental que contiene extensa documentación técnica original de edificaciones de dos arterias fundamentales de La Habana central como son la calle San Lázaro y la más famosa fachada al mar Caribe que ofrece la ciudad, el Malecón habanero.

Cada una de las carpetas del archivo contiene proyectos de edificaciones en dichas calzadas. El contenido de dichas carpetas está en formato físico y no se conoce proceso de digitalización alguno del material (salvo fotografías de 2424 elementos realizadas por los autores). Algunos de estos proyectos se llegaron a construir, otros van referidos a reformas o ampliaciones de construcciones ya existentes, otros quedaron en el papel, siendo su destino no ser materializados, de aquellas edificaciones que si lo fueron, no todas han sobrevivido a nuestros días. Muchos de estos ejemplos de la arquitectura doméstica fueron proyectados con diseños de fachada que implementaban los códigos del estilo ecléctico durante las primeras décadas del siglo XX.

Podemos clasificar tipológicamente la documentación albergada en estos archivos de la siguiente forma:

Documentación planimétrica (1): Documentación planimétrica original, casi toda en formato copia «blueprint», que incluye alzados, plantas, secciones, detalles constructivos y distribuciones en planta (Figura 3).

Informes técnicos (3): Peticiones al Departamento de Fomento para la concesión de licencias de obra por parte de arquitecto y propietario para obra nueva, ampliaciones o reformas, condiciones facultativas de materiales (memoria de materiales), memorias descriptivas (distribución, estructura y cimentación, muros, fachadas, etc.) (figura 4), informes de Departamento firmados por topógrafos funcionarios, aprobación o rehusación de licencias expedidas por arquitectos municipales a través de los informes del Arquitecto Jefe y

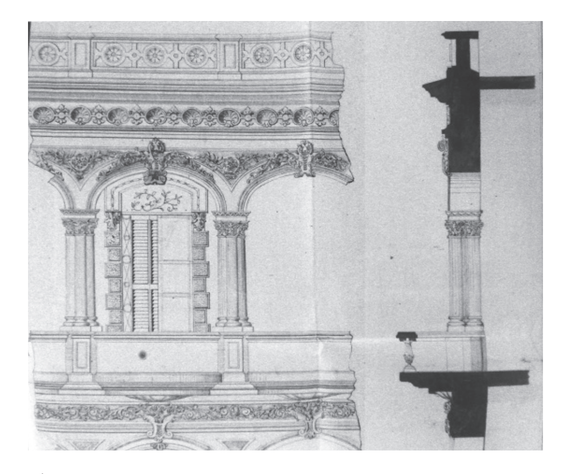
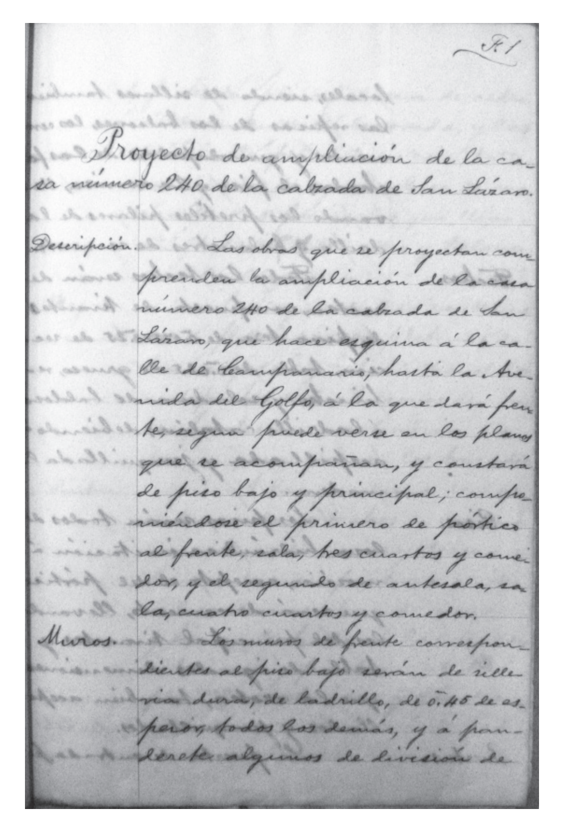


Figura 3
Fotografía de detalle y sección de fachada. Malecón 507-509-511. Edificación demolida. Leg. 3, Exp. 1-10. Año: 1905. Maestro de obra e ingeniero: Alberto de Castro. (Archivo de San Lázaro y Malecón. CICOP)


F. 1

Proyecto de ampliación de la casa número 240 de la calzada de San Lázaro.

Descripción. Las obras que se proyectan comprenden la ampliación de la casa número 240 de la calzada de San Lázaro, que hace esquina á la calle de Campanario, hasta la Avenida del Golfo, á la que dará frente, según puede verse en los planos que se acompañan, y constará de piso bajo y principal; comprendiéndose el primero de pórtico al frente, sala, tres cuartos y comedor, y el segundo de antesala, sala, cuatro cuartos y comedor.

Muros. Los muros de frente correspondientes al piso bajo serán de sillería dura, de ladrillo, de 0.45 de espesor, todos los demás, y á panderete algunos de división de

Figura 4
Fotografía de proyecto manuscrito. San Lázaro 240 (Ancha del Norte 240). Leg: 770-S Año: 1905. (Archivo de San Lázaro y Malecón. CICOP)

el Negociado (Licencias de Obras y Habitabilidades) con firma P.O. del Sr. Alcalde, peticiones para la concesión de licencia de habitabilidad tras la finalización de las obras, datos catastrales, urbanísticos y de rentas del suelo, tramitaciones de Ordenes de Pago, concesión de licencias de la Alcaldía Municipal a la Dirección Facultativa con arreglo a las Ordenanzas de Construcción y Sanitarias, archivos del Negociado de Policía Urbana del Ayuntamiento de La Habana.

Edificaciones existentes en las calles de Habana Vieja y Centro Habana

La existencia hoy en día de edificaciones eclécticas en La Habana nos brinda la oportunidad de conocer de primera mano cuáles son las características materiales e inmateriales propias de esta arquitectura suponiendo esta una de las más importantes manifestaciones de fuente documental primaria. Clasificaremos dichas fuentes como [Edificaciones existentes (6)].

Las calles de los municipios de Habana Vieja y Centro Habana son el escenario perfecto para el estudio de campo de las fachadas de las edificaciones residenciales eclécticas que han perdurado hasta nuestros días (figura 5). El investigador podrá tener acceso *in situ* a la información que proporcionan las construcciones que tienen una prolífica presencia a lo largo de calles como Lealtad, Concordia, Compostela o Merced entre otras muchas. Esta información podrá ser a su vez cotejada con la obtenida a través de fuentes primarias y secundarias complementarias asegurando, mediante la metodología adecuada, la cientificidad del estudio.

Existen diferentes listados y clasificaciones realizadas por investigadores nacionales e internacionales y organismos cubanos en las que se estipula las edificaciones de carácter ecléctico en estos municipios habaneros. Los criterios en los que se basan son variados y el investigador deberá ahondar en cada uno de ellos para sacar de estas «fuentes documentales secundarias», en las que ahondaremos más adelante, la información apropiada.

Entre algunos de los archivos [Información territorial urbanístico-arquitectónica (2)] que podemos citar se encuentran los listados tipológicos realizados por Roberto López Machado y Alberto Pérez Álvarez-Guerra en (Soraluce y López 2005, 97-99) o el *Cuarderno del Plan Maestro de edificaciones en la Haba-*



Figura 5
Fotografía detalle de fachada. Habana 412. Habana Vieja

na Vieja, asociado al Sistema de Información Territorial (SIT), en el que se hace una clasificación por estilo arquitectónico de la gran mayoría del tejido urbano del área.

Por otro lado, para un estudio fachadístico es fundamental recurrir a los fondos de archivo fotográfico existentes [Archivos fotográficos (4)] en los que podremos comparar las actuaciones que se han ido realizando a lo largo del tiempo en el exterior de la edificaciones y sus elementos. Podemos encontrar fotografías originales realizadas durante el periodo ecléctico en el ARNAC y posteriores a dicho periodo en el *Archivo Malecón y Prado* del CICOP, en el *Centro de Documentación e Información del Plan Maestro*.

A nivel bibliográfico [Fondos bibliográficos (5)] es útil consultar revistas especializadas como *AU Arquitectura y Urbanismo* editada por la Facultad de Arquitectura del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) (figura 6) o la revista *Arquitectura* del *Colegio Nacional de Arquitectos de La Habana.* Ambas es posible consultarlas en la Biblioteca de la Facultad de Arquitectura (CUJAE) o en la Biblioteca de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC).



Durante la etapa del eclecticismo los portales se extendieron por distintas zonas de la ciudad de La Habana, siguiendo la práctica iniciada en el siglo XIX.

DEL ECLECTISISMO Y LO CUBANO

ELIANA CARDENAS

HISTORIA

Con frecuencia, cuando se piensa en una expresión propia en la arquitectura cubana, la tendencia es remitirse hacia la arquitectura de la etapa colonial y, por tanto, las búsquedas en este sentido se han encaminado hacia la recuperación de elementos arquitectónicos desarrollados en dicha etapa. Se plantea la hipótesis de que lo cubano también puede encontrarse en la arquitectura ecléctica, la cual se extendió, en las primeras décadas del siglo XX, por todas las ciudades cubanas, formando parte importante del patrimonio arquitectónico actual.

Frequently, when one thinks, in an own expression in Cuban architecture, the tendency is to be sent to the architecture of colonial stage, thus, the searches in this sense have been directed to the recuperation of architectonic elements developed in this stage. The hyphotesis that Cuban idiosyncracy can be found in the eclectic architecture, which was extended in the first decades of 20th century, for all the Cuban cities taking an important part of the up to date architectonic patrimony.

Mayo de 1989

ELIANA CARDENAS SANCHEZ. *Arquitecta. Profesora Auxiliar de Teoría e Historia de la Arquitectura y el Urbanismo del Departamento de Teoría y Ciencias Aplicadas de la Facultad de Arquitectura del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) Ciudad de La Habana*

24

Figura 6
Fotografía de la revista *AU Arquitectura y Urbanismo* Nº3 de 1989.

Las fuentes documentales secundarias del eclecticismo habanero doméstico

A finales de los años 30 ya se podía observar un declive en el uso de los códigos eclécticos en la decoración de las fachadas demandadas por los propietarios de la época y por el cambio de gusto estético de los maestros de obra y arquitectos. A partir de ese momento, que supone la desaparición progresiva de la ornamentación ecléctica en las fachadas, comienza a generarse toda una serie de documentación que observa a todo ese conjunto ecléctico producido en tres décadas y lo interpreta. Se da una visión histórica que revisa todo un periodo arquitectónico en la capital cubana y que plasma en diferentes formatos el contenido de estudios, investigaciones, trabajos académicos, etc., sobre el eclecticismo habanero conformando lo que llamaremos las «fuentes documentales secundarias».

Ya se han citado algunas de las fuentes documentales secundarias, sin embargo, y dada la relevancia de éstas, pasamos a hacer un análisis más exhaustivo de ellas en el que explicaremos cuáles son las instituciones que atesoran las diversas tipologías documentales, los formatos bajo los que se presentan y cómo se organizan.

Centro de Documentación e Información del Plan Maestro (Revitalización Integral de La Habana Vieja)

Es importante señalar que el Plan Maestro depende y surge de la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana (OHCH), una institución clave para comprender las últimas décadas de desarrollo urbanístico, social y patrimonial en la Ciudad de la Habana, adquieriendo a partir de 1980 ésta última «la máxima autoridad para promover la conservación y restaura-

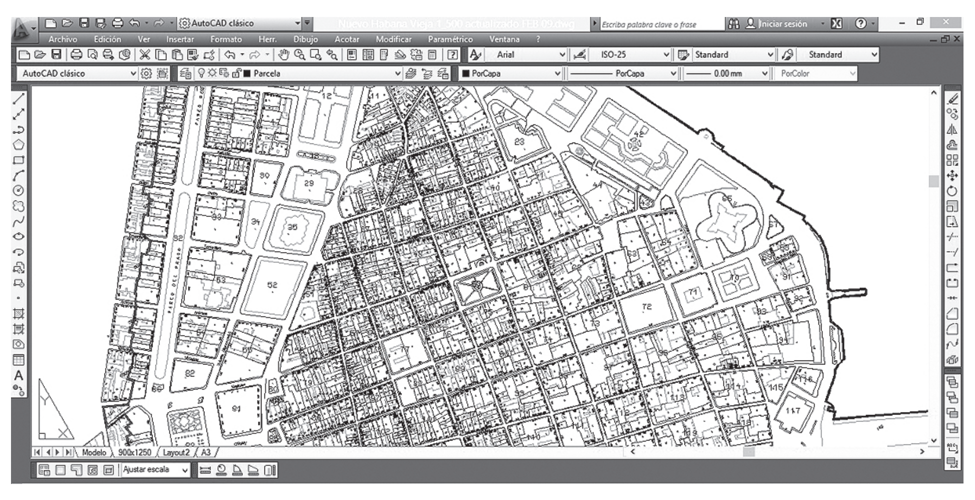
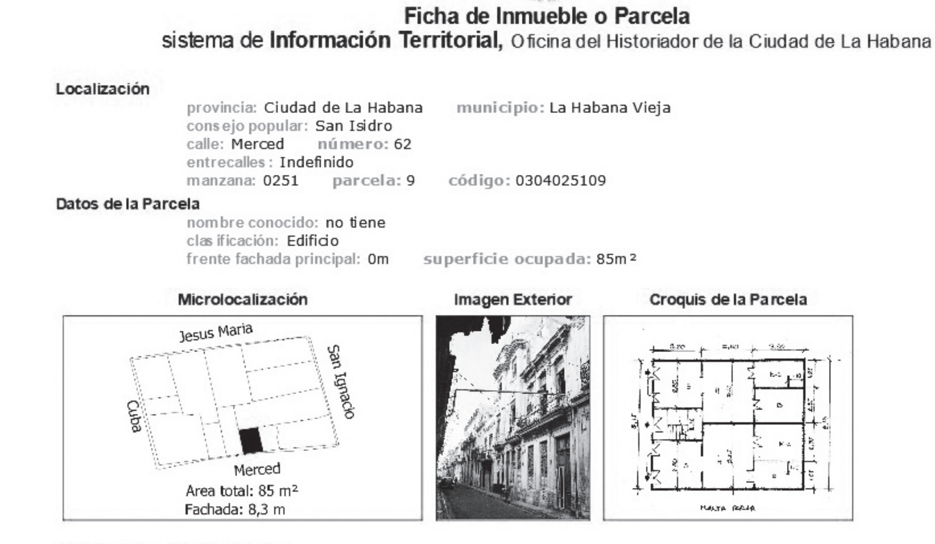


Figura 7
Captura de pantalla del plano de Habana Vieja en formato .dwg adaptado al SIT. (Plan Maestro-OHCH)



Ficha de Inmueble o Parcela

sistema de **Información Territorial,** Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana

Localización

provincia: Ciudad de La Habana municipio: La Habana Vieja
consejo popular: San Isidro
calle: Merced número: 62
entrecalles: Indefinido
manzana: 0251 parcela: 9 código: 0304025109

Datos de la Parcela

nombre conocido: no tiene
clasificación: Edificio
frente fachada principal: 0m superficie ocupada: 85m²

Microlocalización **Imagen Exterior** **Croquis de la Parcela**

Características Arquitectónicas

época de construcción: Siglo XX, primera mitad
tipología: Domestica
influencia estilística: Ecléctico Neo-renacentista
estado constructivo: Bueno

Figura 8
Captura de pantalla del archivo *Ficha Inmueble o Parcela del Sistema de Información Territorial del Plan Maestro.* Merced 62. (Plan Maestro-OHCH)

ción del patrimonio monumental de La Habana Vieja» (Calcines et al 2006, 10-11) así como más tarde la labor de «vitalización y rehabilitación del antiguo casco amurallado». (Calcines et al 2006, 11)

A raíz de la declaración del Centro Histórico de La Habana como Patrimonio Cultural de la Humanidad por parte de la UNESCO en 1982, se extiende en 1993 a todo el área del Centro Histórico, la denominación de Zona Priorizada para la Conservación, creándose así el *Plan Maestro para la Revitalización de La Habana Vieja*, siendo la entidad motora para los planes de rehabilitación de dicha Zona Priorizada.

Todo el patrimonio ecléctico residencial de intramuros se ve incorporado a un nuevo marco que no solo vela por su conservación material (extendiéndose su labor a determinadas zonas pertenecientes al vecino municipio de Centro Habana), sino que tiende hacia políticas integrales en las que el conocimiento de toda documentación relativa a su historia pasa a estar en primer plano de la acción institucional.

El Centro de Documentación e Información se encarga de la gestión de toda la documentación generada en un proceso de integración progresiva de todas las fuentes de información en torno al planeamiento y la ordenación territorial. La implementación del sistema SIT (Sistema de Información Territorial) por parte del Plan Maestro supone contar con una herramienta que unifica bases de datos de interés para el investigador y cruza los datos (referencias documentales) permitiendo acceder a una información homogeneizada bajo parámetros y criterios fijados de antemano. Un ejemplo de como el sistema admite la incorporación futura de nuevas bases de datos podemos verlo con *El Atlas del Patrimonio Cultural de Centro Habana* contenido en la edición del libro *Centro Habana. Un futuro sustentable* (Rey et. al. 2009) previendo la incorporación de las fichas de patrimonio recogidas en el Atlas al sistema SIT.

En este sentido, citaremos algunas de las utilidades de las que dispondremos:

Ficha Inmueble o Parcela del Sistema de Información Territorial del Plan Maestro (OHCH): Sistema informatizado que permite la búsqueda catastral de inmuebles en base a la ubicación que ocupa dentro de los planos parcelados de la ciudad que posee la oficina (Información territorial urbanístico-arquitectónica (2)). Estos planos, cuya fuente es la empresa GeoCuba, pueden ser consultados en formato CAD (E: 1:500) existiendo una versión para el Centro Histórico de Habana Vieja más el reparto Las Murallas (figura 7) y otro que comprende el distrito de Centro Habana.

La búsqueda se realizará en base a la calle y el número del inmueble y el sistema nos devolverá una ficha con información en forma de inventario arquitectónico y evolución histórica donde destaca: época de construcción, tipología, influencia estilística, estado constructivo, grado de protección (fijado por la *Oficina Provincial de Patrimonio*), etc. Además se acompaña dicha información con fotografías del exterior del inmueble [Archivos fotográficos (4)], croquis de la parcela y microlocalización [Documentación planimétrica (1)] (figura 8).

Existe además el *Cuarderno del Plan Maestro de edificaciones de la Habana Vieja* que nos permite en formato papel realizar consultas similares (si bien más restringidas) que las proporcionadas por el SIT: (Id/Prov/Mun/Manz/Inm/Nombre/Calle/Núm/Esq/Clasificación/Plantas/Tipología/Estilo/Época/Est/GP).

Por último, se puede tener acceso a toda una serie de información asociada a la consulta de las fichas que va desde planos en formato papel o .dwg, pasando por fotografías históricas o actuales, hasta memorias e informes técnicos.

Centro Internacional para la Restauración del Patrimonio (CICOP)

Además de contar con fuentes documentales primarias de primer orden, la Biblioteca del CICOP cuenta con un extenso abanico de fuentes documentales secundarias en formato digital que contienen información acerca del estado actual de edificaciones sitas en los distritos de estudio, así como de actuaciones que se han ido acomentiendo desde diversas instituciones y empresas para la rehabilitación y restauración de inmuebles. Entre estos inmuebles podemos encontrar, realizando una adecuada búsqueda, ejemplos de la arquitectura doméstica ecléctica.

Documentación planimétrica (1): Dossieres de levantamientos de edificaciones comprendidos dentro de proyectos encaminados a realizar actuaciones de rehabilitación. Estos dossieres cuentan con material planimétrico que comprende plantas, alzados, secciones y detalles en formato CAD.

Informes técnicos (3): Muchos de los citados dossieres van acompañados de dictámenes técnicos en

los que se determinan el estado de conservación de los edificios, detallando posibles patologías, de cara a la realización de obras de reforma y/o rehabilitación. Tambien se pueden encontrar proyectos de obra nueva en parcelas cuyas edificaciones se encuentran en estado de ruina.

Archivos fotográficos (4): La presencia dentro de estos proyectos de un estudio fotográfico previo y de actuaciones en su caso es muy frecuente y es de gran utilidad para el conocimiento del estado de las fachadas eclécticas a las que se pueda tener acceso. Un caso especial es el *Archivo Malecón y Prado* que contiene un compendio fotográfico de gran cantidad de fachadas de edificaciones ubicadas en estas dos importantes avenidas. Se trata de material fotográfico que muestra el estado actual de dichas fachadas así como obras y actuaciones realizadas en ellas.

Facultad Arquitectura (CUJAE)

Como hemos apuntado, en su biblioteca podemos encontrar bibliografía especializada en formato libro o revista referente al estudio de la arquitectura ecléctica doméstica en La Habana y en otras ciudades cubanas. También es posible consultar un gran número de trabajos académicos en su buscador así como tesis de pregrado y posgrado que contienen documentación variada en torno a legislación, ordenanzas y regulaciones urbanísticas del periodo ecléctico, planos históricos, archivos fotográficos actuales e históricos de edificaciones, reseñas de material audiovisual y bibliográfico concernientes al eclecticismo habanero así como análisis constructivos, estudios de arte, etc., que pueden resultar de interés para el investigador.

Cabe señalar disposición del personal docente, como un recurso de inestimable valor para el estudio documental, a la hora de ofrecer ayuda en la búsqueda de información o facilitando material y resolviendo dudas en tutorías concertadas o mediante la asistencia como oyente a seminarios y clases magistrales.

Otras instituciones

Por último, pasamos a citar brevemente otras entidades y organismos de interés que pueden proporcionar información al investigador sobre las fuentes documentales del eclecticismo:

Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología de Cuba (CEMCREN): promovido por un programa conjunto del PNUD/UNESCO en colaboración con el Ministerio de Cultura cubano está enfocado a la formación de personal técnico para la protección del patrimonio cultural cubano.

Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC): Esta institución cuenta con una biblioteca que alberga fondos que contienen revistas científicas e históricas así como bibliografía especializada que comprende, entre otros, el periodo ecléctico.

Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana (OHCH): Cuenta con un moderno edificio en el corazón de Habana Vieja con aulas e instalaciones donde se imparten conferencias, seminarios y charlas de personal técnico y docente especializado en la conservación del patrimonio.

Escuela Taller Gaspar Melchor Jovellanos (OHCH): Creada bajo convenio de colaboración entre la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la OHCH, se encarga de formar especialistas en oficios relacionados con la rehabilitación y restauración de inmuebles. Cuenta con personal docente con grandes conocimientos sobre antiguos oficios, técnicas constructivas y materiales empleados en la arquitectura habanera.

Instituto de Planificación Física de Cuba: Adscrito al Ministerio de Economía y Planificación cubano se encarga de las políticas de ordenamiento territorial. En él se pueden encontrar localizaciones de edificaciones de interés para el investigador en torno a informaciones relacionadas con datos de carácter arquitectónico y urbanístico.

Conclusiones

La arquitectura construida bajo los parámetros del eclecticismo, eminentemente decorativos y ornamentales en sus fachadas, durante las tres primeras décadas del siglo XX en los distritos centrales de La Ha-

bana como Habana Vieja y Centro Habana, así como el cuerpo de fuentes documentales que deviene de su propio desarrollo y su estudio, cuenta como hemos visto con un valor patrimonial de conjunto que debe ser reconocido y difundido para promover su perdurabilidad en el tiempo.

El estudio presente y futuro del conjunto patrimonial ecléctico habanero y sus fuentes documentales es fundamental para que, desde organismos internacionales e instituciones académicas, se pueda lanzar un mensaje que ayude a conservarlo, rehabilitarlo y dotarlo de una funcionalidad que, más allá de lo estético, sirva para crear una Habana vivible por sus gentes dentro de proyectos integrales de revitalización como los puestos en marcha en Habana Vieja y Centro Habana. [3]

En este sentido y para lograrlo, las aportaciones que se puedan realizar para el conocimiento de la arquitectura residencial ecléctica habanera desde el ámbito académico, serán relevantes en tanto se consiga sistematizar cada una de ellas, mediante metodologías como el citado SIT, asegurando así herramientas con capacidad de gestionar documentalmente informaciones complejas para su aprovechamiento.

El investigador se enfrenta al reto de conseguir trabajar a nivel documental con gran variedad de fuentes que contienen valiosa información para desentrañar aspectos parciales de este conjunto, que tienen que ver con su historia arquitectónica y constructiva, social y cultural, económica y política, ecos todos ellos de un periodo que ha conseguido perdurar hasta nosotros.

Notas

1. Si el lector desea profundizar en el conocimiento de esta técnica constructiva y arquitectónica, se recomienda la lectura de (Chateloin 2007).
2. «Es difícil establecer una relación cronológica y estilística precisa atendiendo a las diferentes filiaciones presentes en la arquitectura ecléctica habanera. La fecha de construcción de una edificación es un elemento importante para caracterizarlo, pero resultan esquemáticas algunas generalizaciones que absolutizan la relación entre la datación y el estilo utilizado. Sería necesario particularizar de qué parte de la ciudad se trata, para qué funciones y en relación con qué clase social se asocia el edificio en cuestión, por sólo citar algunos parámetros a tener en cuenta». (Zardoya 1998, 2)
3. Para más información sobre los procesos de rehabilitación y revitalización integrales que se han dado en Centro Habana y Habana Vieja, consultar (Rey et al 2009) y (Calcines et al 2006), respectivamente.

Lista de referencias

Calcines, Ángel. ed. 2006. *Una experiencia singular. Valoraciones sobre el modelo de gestión integral de La Habana Vieja, Patrimonio de la Humanidad*. La Habana: Editorial Boloña.

Chateloin Santiesteban, Felicia. 2007. «De la arquitectura del molde o la identidad de la ciudad cubana». En *Trocadero*, 19: 251-64. Cádiz: Universidad de Cádiz.

Rey Rodríguez, Georgina et al. 2009. *Centro Habana. Un futuro sustentable*. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

Soraluce, J. Ramón y López, Roberto. eds. 2005. *La casa cubana: colonia y eclecticism*o. Pontevedra: Universidade da Coruña.

Zardoya Loureda, María Victoria. 1998. «De cuando el ornamento no era delito». En *Arquitectura Cuba*, 377. La Habana.

«Biblioteca de Instrução Profissional» como fuente para la Historia de la Construcción del siglo XX

Clara Pimenta do Vale

La «Biblioteca de Instrução Profissional», o el «Manual do operário - Bibliotheca de instrucção e educação profissional dedicada ao operariado portuguez» (Bibliotheca Nacional de Lisboa 1904, 151) –su primer nombre– es una colección de libros iniciados por Thomaz Bordallo Pinheiro (TBP), con varias series, o subcolecciones, que fue publicado en Portugal y Brasil desde principios del siglo XX, y tuvo varias reediciones durante casi medio siglo. La primera edición se publicó en formato mayor (22 cm) e las reediciones , ya por otros editores, en formato mas pequeño (18 cm), lo mismo de los Manuales de Oficios también editado por la «Biblioteca de Instrução Profissional».

Una de las series más exitosas –la tercera– se dedicó a la construcción y estos fueron los libros de formación y consulta para varias generaciones de técnicos.

A pesar del redescubrimiento actual de estos libros y el interés que han despertado entre las jóvenes generaciones de arquitectos, ingenieros y constructores –mucho impulsado por el aumento de la actividad de rehabilitación de edificios que implica un retorno al conocimiento y dominio de las soluciones tradicionales de construcción, sino también por un número cada vez mayor de trabajos de investigación académica– todavía no existe un estudio sistemático de esta colección, ya sea considerada en su conjunto o sólo de la parte de la Construcción (3ª serie - «Construção Civil»).

Desde el punto de vista de la historia editorial ya existen estudios, tanto en Portugal como en Brasil, en referencia a la actividad de algunos de los editores que están relacionados con la colección, como la «Casa Bertrand», Julio Monteiro Aillaud, o Francisco Alves, y en el que la «Biblioteca Instrução Profissional» (BIP) aparece citada, pero siempre brevemente. Incluso las referencias que se hacen a algunos de los libros de la colección, en la investigación académica en los distintos niveles, o en bibliografía del campo disciplinar de la arquitectura y la construcción, siempre coinciden con el análisis de cuestiones particulares de algunos de los temas tratados en los libros, nunca es un análisis de la serie de libros como un todo, que es lo que nos proponemos hacer.

Metodologia

El trabajo que se presenta corresponde a una investigación en curso que puede ser considerado como una fase inicial en comparación con el tamaño total del estudio que se apunta. Sigue un trabajo doctoral (Vale 2011) sobre la Historia de la Construcción en Portugal en la primera mitad del siglo XX, basada principalmente en el análisis de las prácticas de construcción de edificios no monumentales, el estudio de la introducción de nuevos materiales y la implementación de nueva restricciones legales aplicadas a la edificación. Este trabajo previo se basó en el análisis de un gran número de edificios en la ciudad de Porto construido a partir de finales del siglo XIX, sus procedimientos de concesión de licencias

y claramente identificó la importancia de cruzar la información recogida a un estudio de la literatura técnica de este período y su relación con la práctica constructiva.

Aspectos claves para el rigor del trabajo son la caracterización completa de la biblioteca en cuanto a títulos, ediciones, re-ediciones, revisiones y extensiones, así como las fechas de varios libros, especialmente los números que corresponden a revisiones importantes de contenido. El primer esfuerzo es localizar todos los libros (hecho sólo para la 3ª serie - «Construção Civil») y todas las diferentes ediciones (aún en curso), entre los ejemplares existentes en las bibliotecas portuguesas, y otros que han adquirido en las librerías (de libros viejos). Sólo para la 3ª serie relativa a Construcción, esto corresponde a la necesidad de acceder a un total de más de 50 libros distintos. Otras series de libros también pueden ser importantes para ayudar en el proceso de determinar las fechas de cada edición, pelo que están siendo consultadas, siempre que es posible.

En una segunda fase se analizará cada libro per si (su contenido), las diferentes ediciones serán comparados, ya se tratará de evaluar lo que son formas de construir vigentes en el momento y que son sólo las transposiciones / transcripciones de técnicas existentes en el extranjero, para información del lector.

Cuestiones de contexto esencialmente corresponden a la situación portuguesa, por ser la que al principio determina el lanzamiento de la colección e su estructuración e definición. Más tarde, en otro contexto, se considera la posibilidad de tratar de extender el estudio para la situación de Brasil y de otros países en los que se vendía la BIP.

Contexto y antecedentes históricos

Entre el último cuarto del siglo XIX y principios del siglo XX, la cuestión de la necesidad de una mayor oferta de temas de difusión cultural, científico, técnico y profesional, comienza a poner-se con mayor urgencia, a pesar del bajo nivel de alfabetización de la población portuguesa. Por un lado, los costos de edición cayeron por la reducción del coste de la materia prima, lo que aumenta la cantidad de personas que tenían acceso al libro y, por otro lado, la promulgación en 1870 de la legislación que tiene por objeto establecer las bibliotecas públicas en cada localidad creando mercado para los libros y hábitos de lectura (Matos 2000).

No podemos olvidar también los profundos cambios sociales que salieran de las Guerras Liberales – con la valorización del individuo, los contactos más estrechos con otros países europeos– en la guerra y la paz, o, lo más importante, el programa de obras públicas que a partir de la «Regeneração» comenzó a garantizar algunas «estruturas viárias de penetração no interior», por lo que el libro se tornó «economicamente acessível a um maior número» (Domingos 1985, 20).

Podemos darnos cuenta de esta necesidad de ediciones de divulgación, por ejemplo, por la aparición en 1880 de la «Biblioteca de Agricultura e Ciências», por iniciativa de la «Empresa Comercial e Industrial Agrícola» (Matos 2000). O mediante la publicación, a partir de 1881, de la «Biblioteca do Povo e das Escolas» (BPE), «nosso primeiro episódio de livro popular de massas» (Domingos 1985, 76), por la mano de David Corazzi, y en que algunos de los temas son precursores de los temas de la propia «BIP».

Y, posteriormente, ideado por Thomaz Bordallo Pinheiro, y continuada por su hijo Pedro Bordallo Pinheiro, la publicación de los «Livros do Povo», el verdadero heredero de la «BPE» - una biblioteca popular de amplia difusión, ya sea por su bajo costo, ya sea por su formato editorial (10 × 14 cm aproximadamente, 64 páginas, uno libro de bolsillo).

Esta creciente cultura de una literatura de difusión más general acaba de encontrar en los temas de educación general y la formación profesional un territorio privilegiado, por la casi inexistencia, en ese momento, o libros de texto técnicos o manuales de artesanías.

En la pequeña cantidad de literatura técnica existente también se logró identificar otros de «BIP», en una «afiliación» que es evidente en los primeros libros publicados.

Una de estas referencias es el «Guia do operário nos trabalhos publicos...» (Guerra 1867), libro de mediados del siglo XIX y que sería uno de los libros de referencia de un público técnico; maestros de obra, conductores de obras públicas y otros trabajadores que ya sabían leer y escribir o, al menos, interpretar los dibujos.

De hecho, las primeras publicaciones de «BIP» se publicaron con el título principal de «Manual do operário» que parecía escrito en la parte superior izquierda, manteniéndose esta designación en el logoti-

po que identificaba la colección hasta su adquisición por la empresa Aillaud, Alves y Cia de Julio Monteiro Aillaud y Francisco Alves.

Esta «Guia do Operário», «publicado...(para) disseminar alguns conhecimentos para todas as classes de operários» (Guerra 1867, 4), sigue el «Guia do Engenheiro na Construção das Pontes de Pedra» (Albuquerque 1844), publicado en 1844 por el ingeniero militar Luiz da Silva Mouzinho de Albuquerque, que fue Ministro del Reino y el Inspector de Obras Públicas. Júlio Guerra explica en la introducción las razones que le llevan a confiar, al menos en cuanto a la terminología técnica, en el «Guia do Engenheiro…»:

> A falta de um dicionário tecnologia de ciências, artes e ofícios é geralmente reconhecida.
>
> Como no «Guia do Engenheiro na construção de pontes de pedra», se empregam muitos dos termos usados nas construções modernas, pareceu-nos conveniente usá-los também no Guia do Operário, não só porque os achamos autorizados com o nome ilustre do seu autor, como também pela corporação cientifica que a fez imprimir nos seus prelos (Guerra 1867, 5).

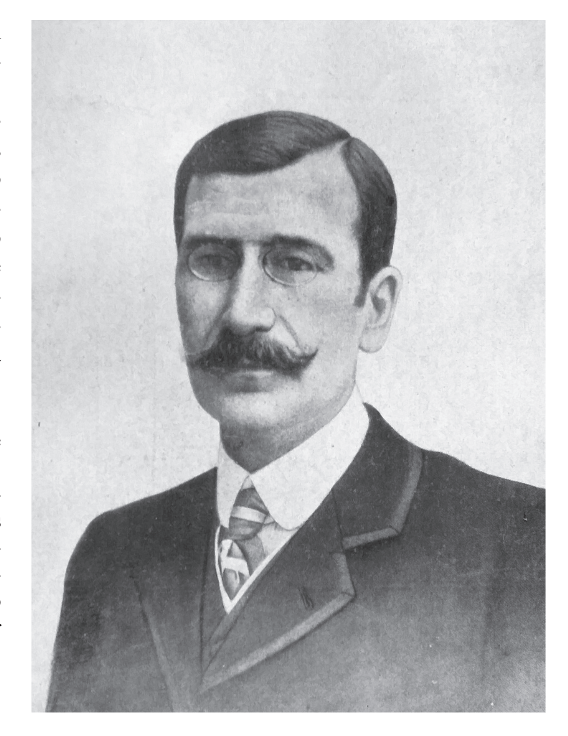


Figura 1
El editor Thomaz Bordallo Pinheiro. (Escuela Industrial Affonso Domingues 1921)

La «Biblioteca de Instrução Profissional»

En las palabras del Prof. Mário Morais Vaz:

> A Biblioteca Profissional, única do género no país, e que obteve uma expansão nunca alcançada por livros da nossa língua, representa na sua ideia crescedora, o mais alto e efectivo serviço que as classes proletárias jamais receberam de intelectuais portugueses. Bastaria essa empresa que só pode devidamente aquilatar-se quando se considera a vergonhosa lacuna que veio preencher entre nós, para conferir ao seu fundador (Thomaz Bordallo Pinheiro) o pouco sonoro, mas invejável título de Amigo dos Operários (Escola Industrial de «Affonso Domingues» 1921, 5).

El primer editor / propietario y el primer equipo

Thomaz María Bordallo Pinheiro (figura 1) nació el 8 de septiembre de 1861, dentro de una familia de artistas. Él es hermano del pintor Columbano y del ceramista Rafael Bordallo Pinheiro, el autor de la célebre figura «Zé Povinho». Inició su actividad profesional como diseñador de cañones en el Arsenal del Ejército. En 1889 fue contratado, de forma precaria, como profesor en la Escola de Desenho Industrial Affonso Domingues, que había sido fundado cinco años antes. En 1890 puede ser «contratado nos termos em que o foram professores estrangeiros», pero sólo en 1915 verá su nombramiento como profesor titular de esta escuela. Desde 1916 y hasta su muerte en 1921, será el encargado de «oficinas de carpintaria e serralharia, direção que exerceu até que lho permitiu a sua saúde precária» (Escuela Industrial Affonso Domingues 1921, 3).

Comienza su actividad editorial en 1903, pero para un público muy diferente de la «Biblioteca de Instrução Profissional». Con el cuñado Henrique Lopes de Mendonça comenzará a publicar «O Gafanhoto», periódico ilustrado quincenal para los niños, la primera publicación nacional para este tipo de público. Creemos que será esta primera actividad editorial que impulsará sus otras actividades profesionales, la de industrial y grabador.

El análisis de esta publicación infantil (publicidad y especificaciones técnicas) nos permite entender

mejor el contexto editorial de la «BIP». «O Gafanhoto» se publicó entre 1903 y 1904, se retomó y terminó en 1910, este año ya en colaboración con Francisco Alves. Cuando la publicación se inicia en 1903, el lugar de publicación se refiere como la Rua Nova do Almada y desde 1904 pasa a estar ubicado en el Calçada do Ferregial, el lugar donde serán también editados los primeros de varios números de «BIP».

Será aún con Henrique Lopes de Mendonça y con Guilherme Ivens Ferraz, Francem Henrique da Silveira y L. Andrade deja, que Thomaz Bordallo Pinheiro lanzará la Biblioteca, que contará con más de 22 colaboradores (Pinheiro [1910], [218]).

La estructura de la colección

En el primer contacto con algunos de los libros de la «BIP», uno de los puntos que causaron extrañeza fuera la falta de consistencia en las designaciones de los diferentes volúmenes de la colección, entre lo que era la información que figura en los catálogos y las listas que acompañaron a los libros, y los nombres dos libros donde esta información se incluye.

Un ejemplo de este aspecto es el libro «Edificações» –cuyo título fue impreso en las cubiertas externas e internas y tuvo varias reediciones bajo esta denominación – y que no aparece en estos catálogos de las primeras ediciones de la Biblioteca, bajo la dirección de Thomas Bordallo Pinheiro antes de la adquisición por parte de Aillaud, Alves y Cia.

En el complemento que le dio el consejo escolar después de su muerte, nos dimos cuenta de la forma de actuar de Thomaz Bordallo Pinheiro. Sobre una otra su iniciativa editorial, los «Livros do Povo», el Prof. Mário de Morais Vaz afirma:

> A ideia dos Livros do Povo marcou. E, marcando, ficou cabalmente expressa. O projeto geral está descrito, estudado, detalhado, como o projecto de um edifício que só esperasse a sua construção. A parte realizada mostra-nos bem o «todo».(…) A ideia dos livros do Povo não é uma ideia morta, é uma ideia lançada (Escola Industrial de Affonso Domingues 1921, 5).

Así se entiende bien la evolución de la estructura de colección, y la aparente falta de coherencia mencionado anteriormente. La colocación, desde el primer libro editado, de la estructura general de la colección, no significaba que en ese momento ya todo estaba ejecutado, solamente que ya había un plan editorial definido, y como plan, se ajustó cuando los libros se comenzaron a realizar, y la responsabilidad de las diferentes secciones han sido entregados.

La tabla de la figura 2 muestra la estructura de la colección bajo la propiedad y la responsabilidad editorial de TBP, entre 1904 y 1910. El análisis de las diferencias permite notar que la idea original de TBP para la parte de Construcción estaba mucho más dirigido a una formación artística, arquitectónica, e non técnica – a que se llevaría a cabo. Y, por supuesto, la responsabilidad de esta inflexión es del autor a quien decidió entregar la carga del libro «Materiaes de Construcção» - João Emílio dos Santos Segurado, ingeniero industrial.

De los 5 libros pensados inicialmente para la serie, el único que permaneció bajo el plan inicial fue efectivamente este primero sobre «Materiaes de Construcção» (Nº 2). El Nº3 - «Construcção Civil», justo al principio, se convirtió en 6 volúmenes, cada uno con suficiente contenido para transformarse en un libro individualizado. Bajo la administración de Aillaud, Alves & Cia. se asume la independencia de cada uno de estos volúmenes. Los tres libros restantes del plan inicial nunca se realizaron da forma apuntada.

La responsabilidad por el lado más artístico y menos técnico, por así decirlo, pasó a manos de João Ribeiro Christino da Silva, «professor de desenho das escolas industriais» como se indica en la publicidad, hijo del pintor romántico João Christino da Silva y también él pintor. De su autoría salieron cuatro pequeños libros que rápidamente se comercializaran como un solo, bajo el nombre de «Elementos de História de Arte. Estylos decorativos». Localizados en el catalogo en la 3ª serie - «Construção Civil», pero sin formar parte de la secuencia pensada por Segurado, este libro nunca ha tenido el mismo éxito de los demás. En 1926 todavía estaba en su primera edición, cuando todos los restante estaban entre la segunda y quinta ediciones. Más tarde el libro pasa a la primera serie - «Elementos Gerais», que es efectivamente su mejor encuadramiento

La diferente número de reimpresiones de cada uno de los libros puede indicar lo interese do publico en relación a los diversos temas, pero también, en algunos casos, la edición no simultánea, determinado por cuestiones editoriales o los temas tratados, como los libros «Acabamento das Construções» y «Cimento Armado». En la figura 3 se presenta, para la 3ª serie, los números de ediciones, la existencia de reediciones e fechas probables de las mismas.

	Organização da 'Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional" / "Bibliotheca de Instrucção Profissional"			
Ano	**1904**	**1906**	**1907**	**1910**
Información obtenida a partir de una hoja inicial	**Materias que Constituem esta Bibliotheca**	**Materias que Constituem esta Bibliotheca**		
	Elementos Geraes	1ª Serie - Elementos Geraes		
	Mecanica	2ª Serie - Mecanica		
	Construcção Civil	3ª Serie - Construcção Civil		
	Construcção naval	4ª Serie - Construcção naval		
	Indicações praticas e nomenclatura de officios	5ª Serie - Manuais de officios (em formato apropriado)		
	Descripção de industrias	6ª Serie – Conhecimentos geraes de diversas industrias, etc		
	Construcção Civil	**3ª Serie - Construcção Civil**		
	1- Elementos de Architectura	1- Elementos de Architectura		
	2- Nomenclatura e Materiaes de Construcção	2- Materiaes de Construcção		
	3- Construcção Civil	3- Construcções Civis		
	4- Arte Decorativa e Estylos	4- História de Arte, estylos decorativos		
	5- Estylisação, Composição e Ornamentação	5- Estylisação, Composição e Ornamentação		
Información del catálogo colocado al final del libro		**3ª Serie - Construcção Civil**	**3ª Serie - Construcção Civil**	**3ª Serie - Construcção Civil**
			Por J.E.dos Santos Segurado, engenheiro industrial	*Por J.E.dos Santos Segurado, engenheiro industrial*
		Materiaes de Construcção **	Materiaes de Construção **	Materiaes de Construção **
			Edificações **	Edificações **
		Em publicação	Terraplenagens e Alicerces *	Terraplenagens e Alicerces **
		Elementos de Architectura *		Alvenaria e Cantaria **
			Em preparação	Trabalhos de Carpintaria Civil **
		Em preparação	Alvenaria e Cantaria *	
		Construcções Civis *	Trabalhos de Carpintaria Civil *	**Em publicação**
		Elementos de Arte Decorativa e Estylos *	Trabalhos de Serralharia Civil *	Trabalhos de Serralharia Civil *
		Estylisação, Composição e Ornamentação *	Encanamentos e Sanidade das Habitações *	
			Acabamento das Construcções *	**Em preparação**
				Encanamentos e Sanidade das Habitações *
				Acabamento das Construcções *
			Elementos de História da Arte – Estylos decorativos	**Elementos de História da Arte – Estylos decorativos**
			Por João Ribeiro Christino da Silva, Professor das escolas industriaes	*Por João Ribeiro Christino da Silva, Professor das escolas industriaes*
			Arte Antiga **	Arte Antiga **
			Arte Mediéval ***	Arte Mediéval ***
				Arte na Renascença **
			Em preparação	Arte Moderna **
			Arte na Renascença *	Elementos de História de Arte ** '
			Arte Moderna *	
Fuentes:	*(datos recogidos en el libro "Elementos de Chimica" de 1904)*	*(datos recogidos en el libro "Construccção Civil – Volume I – Edificações" antes de diciembre 1906)*	*(datos recogidos en el libro "Construccção Civil – Volume II – Terraplenagens e Alicerces" antes de agosto 1907)*	*(datos recogidos en el libro "Desenho de Machinas - 2º edição" publicado en 1910)*
Notas:	** No a precio de venta declarado*	*** Con precio de venta declarado*	*' Los libros anteriores en un solo volumen*	

Figura 2
Organización de la «Bibliotheca de instrucção e educação profissional» / «Biblioteca de Instrução Profissional». Dados recogidos nos libros: (Prostes 1904), (Segurado [1906?]), (Segurado [1907?]) e (Pinheiro [1910])

Contribución a una historia de la «Biblioteca de Instrução Profissional»

Uno de los trabajo que hay que hacer para caracterizar la «BIP», pero que no es determinante para la evaluación de su importancia como fuente para la Historia de la Construcción, es el estudio de su historia editorial. Algunos hechos aquí se recogen, pero aún no llegan para tener una narrativa completa. Durante más de medio siglo de edición, la Biblioteca tuvo varias editoras con distintas opciones editoriales, una historia rica.

El éxito de la Biblioteca lleva primero a la creación de una asociación de TBP con Francisco Alves, editor de Brasil, lo que garantizará una mayor penetración de libros en Brasil, y más tarde significará la compra real de los derechos de publicación de la Biblioteca. No podemos fechar el inicio de esta colaboración, pero sabemos que es en 1910, o un poco antes, por la referencia a la colaboración de los dos ya en la segunda serie de «O Gafanhoto» (el año 1910). De esta asociación de corta duración entre los dos editores se encontró, por ahora, un libro, una segunda edición de «Desenho de Machinas», aun en formato más grande. Este fue el único libro que se encontró en estas circunstancias, pero sabemos que tiene que haber más, por los relatos de incorporaciones en la Biblioteca Nacional. Cabe señalar que en la actualidad, en las librerías de usados, continúan apareciendo en venta libros de esta colección, así que se espera encontrar más copias que las conocidas hasta ahora.

La segunda edición de los libros consultados, con excepción de lo anterior, ya se publican conjuntamente pelas «Livrarias Aillaud e Bertrand» y «Livraria Francisco Alves».

Más tarde la «BIP» será publicada por la «Livraria Bertrand» (sin Aillaud), y posteriormente, en la segunda mitad del siglo XX, Bertrand comienza la edición de la «Nova Biblioteca de Instrução Profissional», pero que nunca ira alcanzar el éxito de la original.

Fecha de las ediciones

La primera cuestión que se plantea al analizar la biblioteca es, precisamente, las fechas de la colección, desde el punto de vista de su lanzamiento inicial, pero también de reediciones realizadas, especialmente las correspondientes a una revisión sustancial y aumentada.

Identificar las fechas de los diversos libros de la colección es algo que no esta hecho. Las referencias a fechas de emisión que se encuentran, ya sea en bibliografía ya sea en las descripciones del catálogo de diversas bibliotecas, contienen muchos errores (algunos groseros), como se ha encontrado repetidas veces, e incluso cuando las mismas podrían ser correctas, no se refiere la documentación en que se basaron para la determinación de la fecha. Por esta razón se ha optado por no aceptar cualquier fecha que no se base en registro documental. En muchos casos, hasta ahora sólo se ha llegado a la definición de un intervalo de fechas, o un límite superior / inferior; entonces sólo eso se refiere, para no comprometer el rigor de la investigación.

Estos libros, por su carácter de divulgación general fueron publicados en dos formas diferentes, como un libro, sino también como una serie de fascículos de emisión semanal (ventas semanales y mensuales) que luego podrían ser convertidos en libro. Los fascículos semanales eran unas «caderneta», como fueron designados por el editor, y «Cada caderneta contém 2 cadernos de 8 paginas numeradas, 1 a 8, tendo o 1.° caderno de cada caderneta 1 estampa» (Bibliotheca Nacional de Lisboa 1904, 151). Estas «caderneta» todavía son identificables en el volumen encuadernado, por un segundo número en la esquina inferior derecha y por la calidad de las imágenes.

Sólo algunos de los primeros libros han fecha impresa en la portada interna. Se supone que la primera publicación de libros en fascículos, que se extendería a veces durante más de un año, es una de las razones de esta opción, ya que en algunos libros de los primeros años hay ediciones con fecha impresa en la portada. Más tarde, con la reedición sistemática de libros, con las impresiones que, a partir de la Primera Guerra Mundial, fueron probablemente hechas en Portugal y Brasil,[2] la opción de los editores era siempre no poner la fecha en los libros – lo que dificulta grandemente nuestro trabajo.

En los diversos «Boletim das Bibliotecas e dos Archivos Nacionaes» consultados hasta el momento (1903-1907 y 1910-1911) se encontró indicaciones de la incorporación de varios libros de «BIP» en la Biblioteca Nacional de Portugal, un total de 49 libros. Sólo 3 son de la 3er serie - «Construção Civil». Estas incorporaciones pueden tener un retraso de algunos meses de su publicación, pero permiten baliza superiormente las fechas de edición.

La «Biblioteca de Instrução Profissional» como fuente para la Historia de la Construcción del Siglo XX

El valor de estos libros para el campo disciplinar de la historia de la construcción se presenta de acuerdo con dos vectores importantes:

Lo primero es más directo, por la descripción de los materiales, las técnicas de construcción, máquinas y herramientas utilizados en la actividad de la construcción. El segundo vector es la posibilidad de la lectura diacrónica, por la comparación de las diferentes ediciones, que dependiendo de los temas puede variar entre 6 y 13 ediciones, según los datos recogidos hasta ahora.

En este artículo se optó por centrarse la análisis en los dos primeros libros publicados por la «BIP» –«Materiaes de Construcção» y «Edificações»– haciendo comparación entre la primera edición y una edición posterior a una grande revisión. La cuarta edición en el caso de «Edificações» y la sexta edición en el caso de «Materiaes de Construcção».

A pesar de la publicación del libro «Materiaes de Construcção» sea anterior al «Edificações» , se optó por presentar el análisis en orden inverso, ya que el segundo de los libros puede servir para establecer el contexto. Por la dimensión de esta comunicación apenas se pueda hacer una presentación bastante parcelar de estos asuntos.

El libro «Edificações»

El libro «Edificações» (Segurado [1906?]) corresponde, no a un manual de construcción, como el resto de esta sección, pero a un pequeño manual de diseño arquitectónico donde se presentan los principios relacionados con el proyecto, a partir de los órdenes arquitectónicos, composición de elevación, pasando por las preocupaciones con la salud, organización del espacio, hasta la legislación sobre edificación, en el momento o «Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas », algunos artículos del Código Civil y de la normativa municipal de Lisboa.

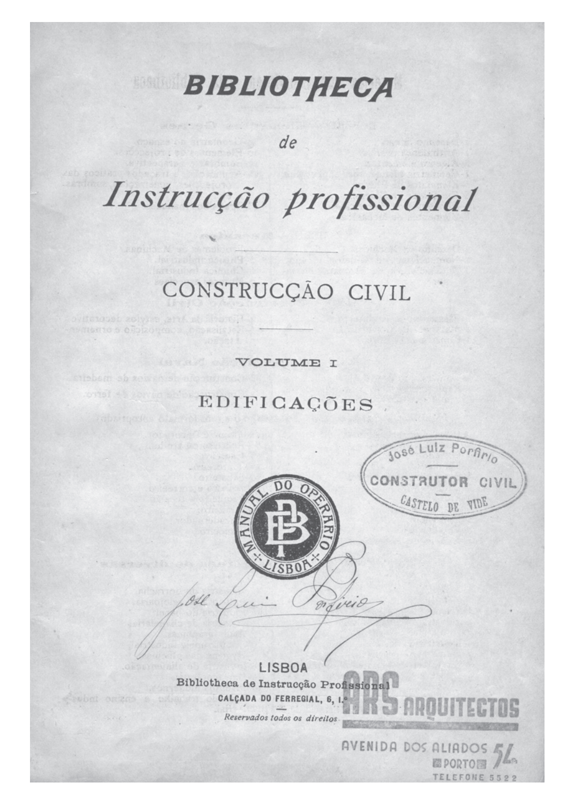
Como los libros se publican durante casi medio siglo, hay una diferencia grande entre ediciones, y estas diferencias pueden ser un síntoma de algunos cambios en la actividad de la construcción. Aun no se logró tener acceso a todas las ediciones de todos los libros. A pesar de la grande divulgación que tenían en su tempo, o tal vez a causa de ella, su preservación en las bibliotecas no fue garantizada de una manera integral y sólo la oportunidad o la suerte de os encontrar en cualquier librería de libros antiguos nos permite hacer esta comparación entre ediciones.

El libro se divide en siete capítulos, a que se une la introducción y la transcripción de los reglamentos. La mayoría de los capítulos corresponde a cuestiones de diseño arquitectónico –al nivel de la distribución espacial y al nivel decorativo, el «partido estético»

Titulo del libro	Fecha probable de la primera edición	Importante revisión o ampliación	Fecha probable de la edición corregida	Más reciente edición encontrada	Fecha probable de la edición
Materiaes de Construção	1904	6ª edición	Ant. 1948	6ª edición	1947
Edificações	Ant. 12/1906	4ª edición		7ª edición	Ant. 1950
Terraplenagens e Alicerces	Ant. 08/1907			5ª edición	
Alvenaria e Cantaria	1908-1909 (?)			6ª edición	
Trabalhos de Carpintaria Civil	1908-1909 (?)	8ª edición	Ant. 1950	9ª edición	
Trabalhos de Serralharia Civil	1910			5ª edición	Ant. 1950
Encanamentos e Salubridade das Habitações	1910?			4ª edición	
Acabamento das Construcções *ª	Post. 09/1911			6ª edición	1950
Cimento Armado *ª **	ant. 1923	-	-	3ª edición	Ant. 1937
Betão Armado *º **	Post. 1937	-	-	4ª edición	Post. 1937
Alvenaria, Cantaria e Betão *º ***	Ant. 1947	-	-	1ª edición	Ant. 1947

Notas:
*ª primera edición publicada por Aillaud, Alves & Cª
*º edición publicada por Livraria Bertrand
** A partir de la tercera edición del libro pasa a denominarse 'Betão Armado' em lugar de 'Cimento Armado'
*** Adición de un capítulo sobre 'Betão' ao libro 'Alvenaria e Cantaria'

Figura 3
Fechas e ediciones de los libros de la 3era serie - «Construção Civil»


BIBLIOTHECA

de

Instrucção profissional

CONSTRUCÇÃO CIVIL

VOLUME I

EDIFICAÇÕES

José Luiz Porfirio

CONSTRUTOR CIVIL

CASTELO DE VIDE

MANUAL DO OPERARIO

LISBOA

LISBOA

Bibliotheca de Instrucção Profissional

CALÇADA DO FERREGIAL, 6, 1.

Reservados todos os direitos

ARS ARQUITECTOS

AVENIDA DOS ALIADOS 54

PORTO

TELEFONE 5522

Figura 4
Portada de una primera edición del libro «Edificações». (Segurado [1906?])

como a menudo es mencionados por los arquitectos de la época.

En este libro las indicaciones sobre cualquier forma de ejecución son pocas y por lo general asociados con cuestiones reglamentares. La publicación de este libro es posterior a 1903, año en que por primera vez en Portugal se promulgó una legislación específica aplicable a la construcción – el «Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas» (RSEU). Anteriormente, las leyes de 1864 y de 1895 ya tenían influencia en la actividad de la construcción y en el edificio, pero solamente en determinados aspectos como los límites de alturas y seguridad de los trabajadores (Vale 2011). En la primera edición de este libro apenas se transcribe en su totalidad ese Reglamento. En ediciones posteriores se amplió esta sección de legislación, de 12 para cerca de 50 páginas, y ya se incluye también legislación brasileña.

En cierto modo, será esta regulación de 1903 que justifica la necesidad de este tipo de publicaciones, por establecer normas de calidad y sanidad que requerirá mayor cualificación de los actores del proceso, arquitectos, ingenieros y constructores. E se arquitectos e ingenieros podrían tener acceso a otro tipo de libros, para os constructores este fue efectivamente o libro que o auxiliaba a entender las cuestiones que se colocaban no proyectos de los edificios.

Una de las diferencias importantes entre las dos ediciones é a cuestión de las referencias de modelos arquitectónicos. Se en la primera edición mucho probablemente los modelos serian importados de otros libros extranjeros (se encontraran algunas imágenes iguales en traducciones españolas de libro franceses), en la revisión se opta por añadir modelos arquitectónicos nacionales, elaborados por arquitectos portugueses, como Raúl Lino, António Rodrigues da Silva Júnior , Jorge Segurado o Eugénio Correia. La elección de los modelos se incluye en las tendencias de la época, de creación de un estilo nacional, que fue chistosamente apellidado de «Português Suave».

El libro «Materiaes de Construcção»

El libro «Materiaes de Construcção» (MC) fue uno de los que comenzó a publicarse en fascículos semanales. Aunque no hemos encontrado ningún registro documental que se refiere explícitamente para este libro tal tipo de publicación, la copia consultada (Segurado [1904-1906]), en la que los dos volúmenes están unidos entre sí, tienen portadas internas distintas nos dos volúmenes. En la portada del primer volumen, la designación del editor es «Bibliotheca de instrucção e educação profissional», que fue utilizado en 1904. En la portada del segundo volumen, el nombre ya es «Bibliotheca de instrucção e profissional». La incorporación en la Biblioteca Nacional de ambos os volúmenes, por cuestiones de registro de propiedad literaria, se hace solamente en junio de 1906, lo que viene dar motivos a la asunción de una publicación seriada de este libro. (Bibliotheca Nacional de Lisboa 1906, 206)

El libro MC constaba de 3 partes, la primera de ellas (piedras y aviamientos) en el Volumen I y las restantes dos (maderas; metales y diversas sustan-

cias) en el Volumen II. Esta separación en tres partes permanece en las distintas ediciones y revisiones.

Comparando ediciones– entre la primera edición, 1904-1906 y una sexta edición, revisada y ampliada, en 1947 –se observan algunos cambios debidos principalmente à evolución temporal, a nuevos materiales que han aparecido y otros que, ya existiendo en el momento, aumentaran su importancia justificando un trabajo más detallado sobre ellos. Hablamos, para el segundo caso, del hormigón armado, que ve la primera regulación nacional sobre su uso publicado en 1918 (Portugal 28.03.1918), e que tendrá un libro a él dedicado poco después (fecha aún no confirmado por documentos, pero anterior a 1923).

En la primera edición del libro de MC, el capítulo XII se dedica a él «beton» pero lo mismo ya non aparece en la sexta edición (después de la publicación del libro «Cimento Armado»). En este capítulo, con sólo cuatro páginas, se explica lo que es el «beton», sus composiciones más usuales y cómo se ejecuta, aun muestra dos tipos de mezcladores tubulares, un que trabaja exclusivamente por la gravedad y el segundo, que se mueve ya por rotación alrededor del eje central, todavía sin motor. También habla del «Beton aglomerado», en una composición de cal, arena y puzolana, o de cal, arena y cemento, con lo cual se puede moldear «pedras artificiais», es decir «grandes blocos para os enrocamentos e em outros trabalhos marítimos, etc.» (Segurado [1904], 107)

A modo de comparación, las fotografías de la construcción del Puerto de Leixões, entre 1884-1892 permiten darnos cuenta de que este no era el sistema utilizado en la ejecución de los grandes bloques que constituían la escollera del espigón de la nueva infraestructura portuaria. La elección puede haber tenido una raíz económica y no técnica. En una zona como Porto, con mucho granito y poca piedra caliza ejecutar tales bloques sería demasiado costoso e poco inteligente.

En ambas las ediciones hay un capítulo (IX) dedicado a «cimento e pozolana», pero la dimensión de lo mismo es muy distinta en las dos ediciones, con inclusión de bastante nuevos temas y la retirada de otros. Uno de los temas que se elimina es el «92 - cimento armado» donde se presentaban los sistemas Hennebique y Cottancin.

Los temas que se añaden son, en su mayoría, vinculados a las explicaciones de la fabricación de cemento Portland, su proceso de cocción, así como una presentación de las marcas nacionales, Liz, Secil y Tejo, cuyos reclames aparición regularmente en revistas de arquitectura y construcción (como sean «A Construção Moderna», «Architectura Portugueza», «Arquitectura», etc.).

La cuestión de la designación usada («beton» / «cimento») es importante. En la publicación de la primera regulación nacional, se opta por la forma de designación de raíz francesa sin alteración, «beton», sin duda por la forma como la técnica fue introducida en Portugal, a través de la acción directa de las casas francesas y el envío de proyectos completos a Portugal, y por el uso de las normas francesas para los proyectos en Portugal hasta 1918. En esta primera edición de MC, y más tarde en la publicación del libro «Cimento Armado» de «BIP», Segurado opta por esta segunda designación, todavía no sin dudas, como se afirma en el prólogo:

> Adoptamos a designação de cimento armado, a mais corrente entre nós apesar de ser discutir a sua correcção, pois outros lhe chama betom armado, betom de cimento armado, sidero-cimento, concreto armado e formigão armado. Esta última denominação adoptada por professores e engenheiros ilustres, é todavia a menos empregada pelos nosso práticos, apesar de ser, talvez, que se deveria preferir, em consequência da palavra formigão ser usada no Alentejo para designar uma espécie de betom ou aglomerado feito com cal e ser ainda a tradução da palavra espanhola «hormigón», com que no país vizinho e na América Espanhola se designa o betom ou aglomerado tendo por ligante a argamassa de cimento (Segurado [19??], VI).

Note-se que aquí se usa a forma alterada de «betom»

La cuarta edición del libro ya tendrá el título «Betão Armado».

En la segunda parte, referente a las Madeiras, también hay un aumento de la complejidad con la que se tratan los temas, y la aparición de nuevos elementos relativos a nuevos materiales o técnicas que ya están disponibles, tales como la madera contrachapada o la máquina para hojear la madera. La parte relativa a los metales es quizás la que más se cambió, con la inclusión de una introducción sobre la extracción y procesamiento, y un nuevo capítulo sobre el trabajo de los metales. Se hace referencia a uno otro de los libros da colección «elementos de metalurgia» (otra serie) para la consulta sobre las propiedades de los metales.

En ambas ediciones aparece un punto relativo a «fibrocimento», material que, a principios del siglo XX, se utilizó en Oporto, por sus características de resistencia al fuego. Antes de la entrada en uso actual del hormigón armado, y cada vez que había riesgo de fuego, la Inspeção Geral de Incêndios demandaba que todos los elementos de madera (pisos, paredes y elementos estructurales aislados) fueron forrado con «fibrocimento». Están en estas condiciones los pisos que separan funciones distintas y diferentes propietarios, cocinas, garajes, panaderías, etc. (Vale 2011, 290).

En la primera edición de MC se dice que el «Fibrocimento é também um produto de fabricação moderna sobre que não se pode dar indicações definidas» (Segurado [1906], 81) mostrando en ese tiempo (1904-1906), el poco conocimiento sobre lo material que había sido patentado en Austria en 1901. En la edición de 1947 lo texto é cambiado y se aprovecha para presentar las distintas marcas que en Portugal lo venden o fabrican, aun mostrando las dimensiones de placas y accesorios existentes para tejados.

El libro MC más que duplica el número de páginas entre las dos ediciones. A pesar de la reducción en el tamaño de página, como el mismo se logró esencialmente por una reducción de los márgenes, consigue percibir-se la gran expansión que la sexta edición significaba.

Consideraciones finales

A pesar de la necesidad de seguir haciendo un estudio a fondo en relación al uso real de estos manuales en las escuelas industriales y profesionales, o por las clases profesionales, ingenieros, arquitectos y maestros de obras, por el testimonio de sus contemporáneos puede evaluar la importancia de esta biblioteca y estos libros.

Como hay referido el Prof. Emanuel Paulo Victorino Ribeiro, «A Biblioteca de Instrução Profissional, que (Thomaz Bordallo Pinheiro) idealizou e pôs em pratica, espalha-se fecundamente e hoje todos os operários que sabem ler a conhecem e estimam, porque lhes abriu uma clareira iluminada nas trevas das suas almas» (Escola Industrial de 'Affonso Domingues' 1921, 12).

Otros elementos que pueden ayudar en esta evaluación son las firmas, sellos y notas sobre algunas das copias que consultamos (Fig. 04). A partir de esta información sabemos, por ejemplo, que algunos de la generación de arquitectos modernos que trabajaban en la ciudad de Oporto, en los años 50 (ARS Arquitectos, autores del Mercado de Bom Sucesso, del Mercado de Matosinhos, del edificio Atlántico, entre otros etc.) continuaron a considerar de decisiva importancia el libro «Edificações», por el uso extremo del ejemplar y por la forma como anotaron el mismo con la legislación específica municipal.

El interés de esta colección para la Historia de La Construcción en Portugal en el Siglo XX es enorme y lo que aquí se presenta es solamente una muestra muy pequeña.

Notas

1. En esta comunicación se opta por usar las grafías e lenguas originales en los títulos de libros e en las transcripciones de textos antiguos.
2. Información no confirmada. Sabemos que Francisco Alves, a causa de hundimiento de navíos por submarinos alemanes durante la Primera Guerra Mundial, decidió comprar y transformar una imprenta en Brasil para la impresión local, pero no sabemos si la «BIP» se ha reeditado en estas condiciones. Hemos encontrado, sin embargo, en los sitios web brasileños de venta de usados, libros de «BIP» con diferentes portadas das que fueron usados en Portugal, con el nombre de Francisco Alves como editor, que nos lleva a suponer que en algún momento habrá habido ediciones brasileñas. Francisco Alves murió en 1917, e la primera idea seria que a existir estas serian anteriores a esta fecha. Todavía existe una indicación de que su sucesor (Paulo Azevedo) continuó utilizando la denominación en ediciones posteriores, por lo que no sabemos la fecha probable de estos libros (Hallewell 2005).

Lista de referencias

Albuquerque, Luiz da Silva Mouzinho de. 1844. *Guia do Engenheiro na Construção das Pontes de Pedra*.

Bibliotheca Nacional de Lisboa. 1904. «Registo de Propriedade Litteraria. Obras entradas no anno de 1904. Junho». *Boletim das Bibliothecas e Archivos Nacionaes.* Coimbra: Imprensa da Universidade.

Bibliotheca Nacional de Lisboa. 1906. «Registo de Propriedade Litteraria. Obras entradas no anno de 1906. Junho». *Boletim das Bibliothecas e Archivos Nacionaes.* Coimbra: Imprensa da Universidade.

Domingos, Manuela D. 1985. *Estudos de Sociologia da Cultura. Livros e leitores no séc. XIX.* Lisboa: Instituto Português de Ensino à Distância. Centro de Estudos de História e Cultura Portuguesa.

Escola Industrial de «Affonso Domingues» 1921. *Sessão do conselho escolar em homenagem à memória do falecido Professor Thomaz Bordallo Pinheiro*. Lisboa.

Guerra, M. J. Júlio. 1867. *Guia do operário nos trabalhos publicos ou resolução de diversos problemas simplices e proprios dos mesmos trabalhos e dos de agrimensura com uma serie de sabias para mais os facilitar*. 2ª Ed. aumentada. Lisboa: Imprensa Nacional.

Hallewell, Laurence. 2005. *O livro no Brasil: sua história*. São Paulo: Edusp.

Matos, Ana Cardoso de. 2000. «Os agentes e os meios de divulgação científica e tecnológica em Portugal no Século XIX» Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, 69 (29).

Pinheiro, Thomaz Bordallo. 1910. *Desenho de Machinas*. 2ªEd., Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional. Francisco Alves & Cia.

Portugal. 1918-03-28. Decreto nº 4 036: *Regulamento para o emprêgo do beton armado*. Lisboa: Diário do Governo nº 67.

Segurado, João Emílio dos Santos. 19??. *Cimento Armado.* (1ª Ed.), Biblioteca de Instrução Profissional. Lisboa: Livrarias Aillaud & Bertrand. Livraria Francisco Alves.

Segurado, João Emílio dos Santos. (1904-1906). *Materiaes de construcção*. (1ª Ed.). Vol. I e II, Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. 1904. *Materiaes de construcção*. (1ª Ed.). Vol. I, Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. 1906?. *Edificações.* (1ª Ed.), Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. 1906. *Materiaes de construcção.* (1ª Ed.). Vol. II, Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. 1907? *Terraplenagens e Alicerces.* (1ª Ed.), Bibliotheca de Instrucção Profissional. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional.

Vale, Clara Pimenta do. 2011. *Um alinhamento urbano na construção edificada do Porto. O eixo da Boavista (1927-1999). Contributo para a História da Construção em Portugal no século XX*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto.

Historia de la historia de la casafuerte de San Fernando de Cordova

Sergio Arturo Vargas Matías

Al día de hoy, son escasos los textos que desde la Historiografía, la Historia del arte o la Arquitectura, han abordado el tema de las fortificaciones y edificios militares construidos durante el periodo virreinal en el camino de Puebla a la ciudad de México. Con relación a la casafuerte de San Fernando de Cordova, si bien esta fortificación ha sido mencionada en algunos textos de autores como José Manuel Zapatero,[1] hasta hace poco las circunstancias de su edificación eran prácticamente desconocidas, lo que dio lugar a ciertas confusiones respecto de su ubicación espacial y cronológica.

Por ejemplo, en *Arquitectura militar de México* (Ortiz 1993, 210-211), el autor hace mención de dos proyectos para la construcción de este inmueble, el cual ubica «en el tramo de Córdoba a Orizaba»; el primero: «realizado por el ingeniero Téllez en los primeros años del siglo XIX»; y el segundo, «un poco posterior, elaborado por los ingenieros militares Manuel de Reyes y Valentín de Ampudia en 1817». Por su parte, en «Las fortificaciones de Veracruz» (Muñoz 2010, 42) se afirma que: «y es en la villa de Córdoba donde el ingeniero Benigno Téllez proyectó en 1850 la casa-fuerte de San Fernando: un gran cuartel de infantería con caballerizas, iglesia y puesto de guardia, repuesto de artillería y almacén de pólvora, todo para cubrir el sistema de cuarteles provinciales a la mitad del camino a México».

Esta divergencia de opiniones se debe quizás a la existencia de un plano —prácticamente idéntico al realizado por Ampudia y Reyes— que se localiza en la Mapoteca Orozco y Berra, en el que efectivamente, aparece la rúbrica del ingeniero Téllez como autor del proyecto.[2] Desde nuestro punto de vista, es posible que este personaje haya tomado como referencia para la elaboración de su propuesta, el esquema realizado en 1816 por los militares realistas, ya que en el plano hecho por Téllez aparece la leyenda «Academia de ingenieros», plantel cuyas operaciones dieron inicio hasta 1822,[3] lo que indica que el documento signado por Téllez fue realizado en una fecha posterior al dibujado por Ampudia y Reyes.

Conjeturas aparte, de acuerdo con información localizada en el Archivo General de la Nación de México, contrastada con diversos materiales encontrados en el archivo del Instituto de Historia y Cultura Militar y el Archivo General de Indias, hoy en día es posible afirmar que la casafuerte de San Fernando se construyó —a partir de la Venta de Córdova— en el valle de Río Frío, como parte de la red de fortificaciones e instalaciones castrenses del camino militar entre la capital y Puebla, establecido por órdenes del virrey Félix María Calleja en la parte final de su mandato.[4]

La creación del camino militar entre México y Puebla

Desde principios de 1811 y hasta mediados de 1816, el itinerario entre Puebla y la ciudad de México estuvo continuamente interrumpido por las fuerzas rebel-

des que operaban en la región, trance en el que Puebla estuvo en varias ocasiones a punto de caer en manos de los insurgentes.[5]

Si bien es un lugar común afirmar que entre 1814 y 1816 la mayor parte del virreinato se hallaba en calma, lo cierto es que en varias regiones de la Nueva España se mantenían importantes núcleos de fuerzas rebeldes que constantemente acosaban a las tropas realistas.[6] Tales grupos empleaban tácticas que actualmente podrían calificarse como de «guerra de guerrillas» para enfrentar a un enemigo que en teoría, era mucho más poderoso pero que en la práctica, fue incapaz de alcanzar una victoria definitiva.

En este escenario, la región de los llanos de Apan y el valle de Río Frío, constituía uno de los puntos donde el enfrentamiento entre ambos bandos se desarrollaba con mayor crudeza: amparados en los montes y la oscuridad de la noche, diversos líderes sediciosos y bandoleros operaban en pequeñas gavillas que en ocasiones se reunían para conformar grandes grupos de combatientes que no sólo se dedicaban a hostilizar al ejército novohispano, sino que también cobraban derecho de peaje a los arrieros, contrabandeaban diversos productos, o simplemente, se dedicaban a la rapiña.

Ante tal situación, en febrero de 1816, el virrey nombró a Ciriaco del Llano como comandante general del ejército del sur, instruyéndolo para que entre otras tareas, se abocara al restablecimiento de la comunicación entre la capital y Puebla (figura 1), para lo cual le ordenó que apenas llegara a esta ciudad, dispusiera el envío de tropas a San Martín Texmelucan para desde ahí, en combinación con las fuerzas de los destacamentos de Chalco y Texcoco, lanzarse en persecución de los líderes insurgentes que se habían concentrado en Santiago Aculzingo.

Además, Calleja le ordenó a Llano que una vez dispersadas las fuerzas rebeldes que operaban en la zona, procediera a realizar un reconocimiento del terreno comprendido entre San Martín y la Venta de Cordova, con el fin de establecer un reducto para proteger el paso del correo y las mercancías, y el tránsito de los viajantes.[7]

Cabe señalar que a pesar de los perjuicios que causaban, las embestidas de los insurrectos no eran lo único que preocupaba a las autoridades coloniales: en mayo, el coronel Francisco Hevia, comandante de la provincia de San Martín, le informó al virrey acerca del mal estado del trayecto del Camino Real que iba de dicho lugar a la Venta de Cordova, así como de la urgente necesidad de reparar los puentes de Texmelucan y de Río Frío, seriamente dañados por los rebeldes. Por tanto, Calleja se dirigió nuevamente a Llano para que apurara la construcción del bastión en Río Frío, aprovechando que en aquel momento las huestes insurgentes habían sido dispersadas, por lo

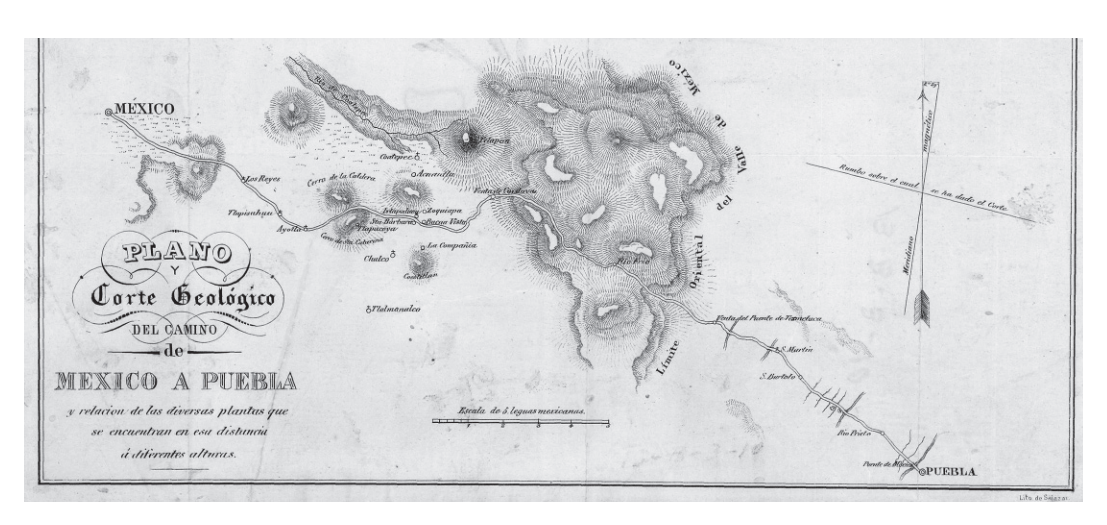


Figura 3.
Recreación infográfica de una grúa elevadora de gran potencia realizada a partir de la que está labrada en el relieve de los Haterii. Imagen de Arkeografia.

que las circunstancias eran propicias para la realización de la obra, antes de que fuese necesario ocupar las tropas en otros menesteres.

La idea del virrey era que una vez levantada la fortificación, se empezaran las obras de composición de la vía con el apoyo de los indios de los pueblos vecinos y los trabajadores de las haciendas inmediatas. En cuanto a los puentes, Calleja le pidió a Llano que éstos se arreglaran aunque fuera de manera provisional, para que estando asegurado el camino, se procediera a su completa reparación con el apoyo del Consulado de México.

Al mes siguiente, en vista de los constantes ataques insurgentes, fue evidente la necesidad de destinar más unidades al cuidado de la ruta, por lo que el virrey dispuso que se situara un destacamento en las inmediaciones del puente de Texmelucan, motivo por el cual ordenó la construcción de otro «reducto y las obras necesarias para alojamiento de la tropa que ha de defenderle, proteger el transito de Correos y conboyes, y expediciones sobre el camino para alejar y exterminar las gavillas de reveldes».[8]

La casafuerte de San Fernando de Cordova

Simultáneamente, con el propósito de cubrir las avenidas de la provincia de Chalco, Calleja decidió que se fortificara la Venta de Cordova,[9] inmueble que se ubicaba en las proximidades de aquella demarcación, por lo que envió al ingeniero Valentín de Ampudia para que hiciera un reconocimiento del edificio, con el objetivo de que evaluara la viabilidad del proyecto y determinara la inversión requerida para llevarlo a cabo.

Así mismo, el virrey le pidió a Ampudia que le informara respecto de la distancia entre Chalco y la venta, con el propósito de determinar si una vez que se situaran tropas en el inmueble, podría retirarse el destacamento que estaba en Ixtapaluca «y cualquiera otro que haya en el intermedio».[10]

Ubicación del inmueble

Según el informe de Ampudia, la venta estaba situada en una pequeña loma que dominaba el terreno por los frentes de norte y oeste, «y es dominada por el del este a una distancia larga de 450 á 500 varas por la Loma llamada de Panzacola que la atrabiesa el camino real de Puebla, y biene decenciendo mui suabemente por su falda hasta pasar al pie de la Venta». El mayor frente del edificio era de este a oeste, y el menor, de norte a sur.

Al norte estaba la sierra de Jalapon, al pie de la cual había un edificio conocido como El Ventorrillo, ubicado a una distancia de entre 1,500 y 2,000 varas, el cual estaba en mal estado por haber sido incendiado varias veces. Entre este inmueble y la venta se hallaba la Barranca de Santo Domingo, situada a una distancia de 400 ó 500 varas con dirección este-oeste hacia la hacienda de Buenavista.

Al sur, a una distancia de 200 ó 250 varas, se hallaba una pequeña loma conocida como el Espinazo del potrero de San Francisco, que tenía una altitud a similar a la elevación donde se asentaba la venta. Entre estas lomas pasaba el Camino Real, el cual se encontraba bastante maltratado, ya que había segmentos en los cuales no podían transitar carruajes «sin esperimentar aberias». Por el mismo rumbo, estaba el cerro de Tepolica, situado a una legua, en cuyo trayecto se ubicaban dos pequeñas barrancas, conocidas como San Francisco y Panzacola; y tres jahueyes, uno al lado del camino, y los otros dos un poco más distantes, conocidos como Panzacola y Lagunilla.

Al este, se hallaba la sierra de los volcanes y montes de Río Frío por donde atravesaba el Camino Real de Puebla, que llegaba al pie de la venta y continuaba hasta la hacienda de Buenavista.

Al oeste, además de varias haciendas muy productivas, se localizaba el pueblo de Iztapaluca, situado a dos leguas de distancia, e inmediata a esta población, la Venta de Chalco, donde había un destacamento de 30 hombres encargado de evitar que los rebeldes pudieran cobrar peaje a quienes transitaban por la zona. Estas tropas también funcionaban como medida de protección de los pueblos y haciendas vecinas, y como punto de resguardo de la fuerza volante que constantemente patrullaba el área.[11]

Para Ampudia, la estratégica localización de la Venta de Cordova, cercana a los montes de Río Frío, facilitaba la vigilancia y persecución de las gavillas de rebeldes que operaban en las inmediaciones, por lo que el ingeniero consideró de suma utilidad la fortificación del inmueble, «pues con ella se asegura la mayor parte de la provincia de Chalco fertilisima en varias producciones, y que hablando con propiedad se puede decir que es el granero que abastece la Capital».[12]

Estado de la venta antes de su fortificación

A la llegada de Ampudia, el edificio se encontraba en pésimas condiciones, y aunque algunas de las habitaciones estaban techadas, éstas presentaban numerosas filtraciones. De la misma forma, el frente de la entrada, el de la derecha y la parte posterior de la venta estaban muy deteriorados, sin puertas ni ventanas, con paredes tan estropeadas «que algunas necesitan levantarse desde el cimiento».[13]

En cuanto a las piezas que componían la venta, de acuerdo con el ingeniero, había una capilla de tres 1/2 varas de largo por ocho de ancho; una cuadra con dos naves de 24 varas de largo por 10 de ancho que servía de troje, y otra de 17 varas de largo por siete de ancho, así como «otros cinco á seis quartos de diferentes dimensiones».

Además, había una gran cuadra, de 30 varas de largo por 12 de ancho donde quedaban los restos de dos pesebres de tres varas casi destruidos. A la espalda del edificio principal, se encontraba un aljibe de 13 varas de largo y 11 1/3 de ancho, capaz de contener aproximadamente 900 varas cúbicas de agua, cantidad suficiente para proveer del líquido a todo el destacamento.

En el exterior del inmueble había una gran cerca de unas 40 varas de largo por 30 de ancho que Ampudia sugería derribar para disminuir el perímetro por resguardar, logrando así una mayor concentración del poder de fuego de los defensores del recinto. De igual manera, el ingeniero opinaba que era necesario derribar algunos cuartos de la venta que al parecer, se habían agregado de forma desordenada al edificio principal, con el propósito de aprovechar los materiales para efectuar las reparaciones previstas.

Fuerza y ventajas del destacamento

Ampudia sugería que el destacamento de la casafuerte debería de estar integrado por 100 infantes, número suficiente para hacer una buena defensa de la fortificación, así como para escoltar el paso del correo y hostilizar al enemigo en las zonas cercanas. Con esto, se conseguiría oponer:

> una barrera alas imbasiones que los rebeldes pudieran hacer en esta Provincia por las abenidas de Apam, y Montes de Ríofrio obrar en combinacion con los Destacamentos actualmente situados en Ameca, Hayacapa, Tlalmanalco, Yztapaluca, Volante y Chalco (...) con el situado ultimamente en el Puente de Tezmelucan por la parte de Puebla; y con la Division de Concha por la parte de los Llanos de Apam (...) y finalmente, asegurar el trancito del camino real a dicho Punto, protegiendo al mismo tiempo las Haciendas inmediatas que los rebeldes robavan é incomodaban continuamente, y por cuya razon sus dueños han tenido que descuidarlas ó abandonarlas.[14]

De acuerdo con el ingeniero, el costo de la fortificación de la venta podía calcularse entre 4,000 y 5,000 pesos. En su informe, Ampudia también le hacía notar al virrey la urgente necesidad de arreglar los caminos de la zona, los cuales se encontraban en pésimas condiciones, situación que se agravaba día con día de tal suerte que «llegara el caso de no poder trancitar por él ningun Carruage, y á un en el dia parece imposible que lo berifiquen sin sufrir alguna aberia», por lo que le solicitaba su autorización para pedirle a los hacendados de la región un donativo voluntario para contribuir a la composición de los mismos.[15]

Con idéntico propósito, y en vista del interés que tenían los comerciantes capitalinos en que se regularizara el tráfico en la vía, las autoridades coloniales solicitaron el apoyo del Consulado de México, corporación que poco después aportó los 5,000 pesos necesarios para iniciar las obras.[16]

Al poco tiempo, los rebeldes, tal vez enterados del plan para fortificar la venta, trataron de incendiar el inmueble. Sin embargo, no consiguieron su cometido, ante la oportuna aparición de la partida volante, por lo que a partir de ese momento, se ordenó que el edificio estuviera custodiado de forma permanente por un destacamento realista, con el objetivo de evitar un nuevo ataque.[17]

De la Venta de Cordova a la casafuerte de San Fernando

La posibilidad de otro embate insurgente hizo que Ampudia apresurara las labores en la venta. Así, a pesar del mal tiempo y de la falta de utensilios de trabajo, un par de semanas más tarde las obras se encontraban bastante adelantadas. Con relación al diseño de la fortificación (figura 2), el ingeniero hizo demoler las cuadras inmediatas a la capilla y la troje, dejando el edificio reducido «á un Rectangulo regu-

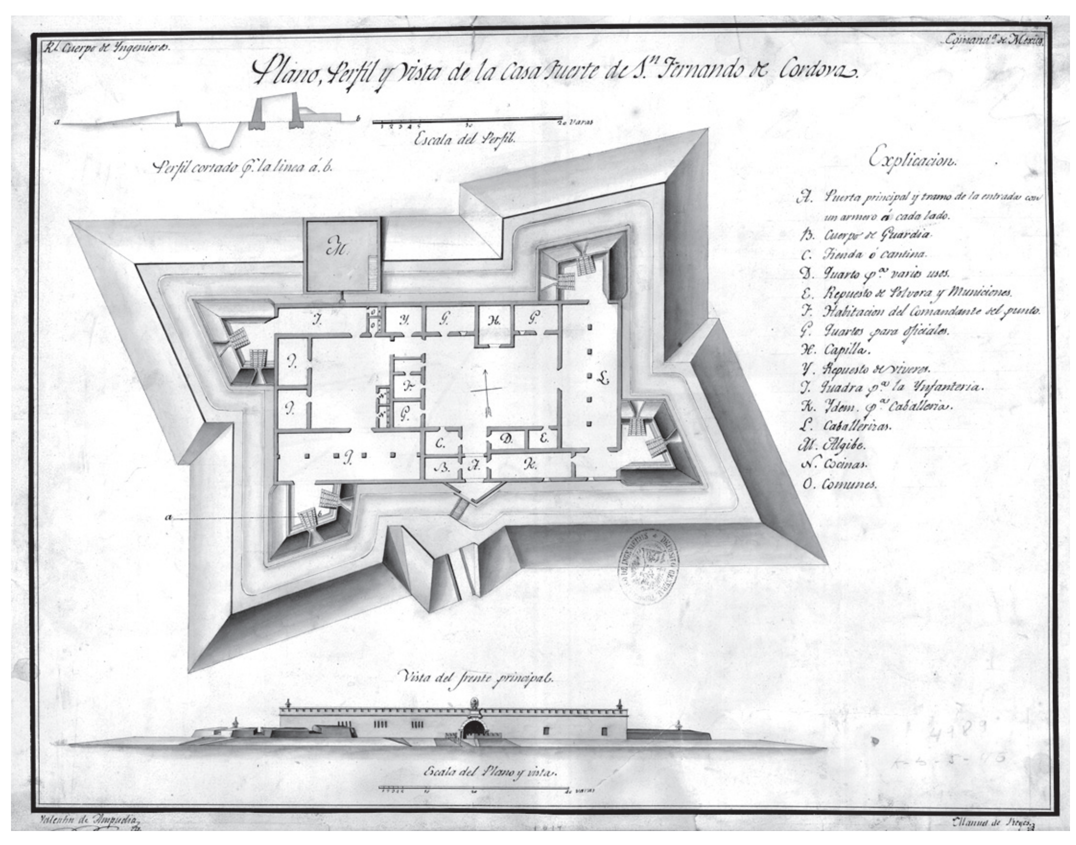


Figura 2
Plano de la casafuerte de San Fernando de Cordova, localizada en el valle de Río Frío, México (1816), realizado por los ingenieros Valentín de Ampudia y Manuel de Reyes. (Archivo del Instituto de Historia y Cultura Militar, Madrid, España)

lar cuyos frentes deberan ser defendidos por cuatro semi-Baluartes con un tambor regular para cubrir la entrada».[18]

Al poco tiempo, se agregaron a los trabajos 40 forzados y algunos capataces que llegaron escoltados por un oficial y veinte soldados de la compañía de policía.[19] Los presidiarios llegaron sin herramientas, por lo que Ampudia solicitó que se le hicieran llegar a la brevedad posible. El ingeniero también pidió que se le aclarase si los sueldos de los sobrestantes serían pagados por la Real Hacienda o con «los cortos intereses que se hallan á mi cargo».[20]

En los último días de julio, Ampudia cayó enfermo, víctima de una potente fiebre que le hizo guardar reposo. Sin embargo, los trabajos en el recinto continuaron a buen ritmo, por lo que para los primeros días de agosto, se habían reparado los muros del frente, colocándoles un buen número de aspilleras; se habían levantado los escombros y se habían derribado los cuartos inservibles, usando sus materiales para las obras de reparación; y se techaron varias habitaciones para colocar las municiones. También se acondicionó una cuadra para ochenta caballos, se arreglaron los desagües, se trazó una nueva capilla, y se construyó el tambor de la entrada, así como un puente para pasar el foso, del cual se había hecho la parte del frente y la derecha, «dejando los espacios necesarios para dos semi-baluartes», y hecho algunos parapetos y garitas provisionales.[21]

A fines del mismo mes, llegó a la venta el capitán Juan Bilbao La Vieja, a quien Ampudia encargó la supervisión de varias cuadrillas de operarios. Para

ese momento, se había terminado el foso que rodeaba el inmueble, y sólo quedaba por concluir un semibaluarte, a pesar de que las labores se habían retrasado por las torrenciales lluvias que azotaban la zona, que en ciertos días, sólo permitían que se trabajara durante algunas horas y además, causaban daños a las obras ya hechas, mismas que debían repararse al día siguiente.[22]

A punto de concluir las faenas de fortificación de la venta, el ingeniero solicitó que se le enviaran dos piezas de artillería de pequeño calibre, y que se destinaran ocho o diez hombres adicionales a la guarnición, lo que le fue concedido poco después.[23]

Según Ampudia, el bastión fue construido con tepetate y adobe, «como el (material) mas proximo, y de menos valor que se tubo a la mano y que se debio emplear con arreglo al corto numerario que se proporcionó para el todo de la obra».[24]

La casafuerte del puente de Texmelucan

Al tiempo que se realizaban los trabajos en la Venta de Cordova, el ingeniero recibió el encargo por parte del virrey de revisar el plano de la casafuerte que se estaba construyendo para la protección del puente de Texmelucan, tarea a la que se abocó de forma inmediata.

Para Ampudia, la fortificación proyectada carecía de espacio suficiente para dar cabida al destacamento alojado en el inmueble y recibir además, a las tropas que custodiaban los convoyes y a la fuerza volante. De igual manera, la cuadra sólo podía albergar 40 caballos, por lo que en su opinión, era necesario usar parte del terreno circundante para ampliarla. En cuanto a las habitaciones, el ingeniero opinaba que algunas podían subdividirse, con el fin de organizar mejorar la distribución de los cuartos.

Ampudia definía el diseño de la fortificación como «un Reducto rectangular con dos de sus Angulos rebajados por dos arcos de circulo cuyos fuegos son directos y por consiguiente necesita de mayor numero de defensores».

En su dictamen, el ingeniero hacía notar su desacuerdo ante los numerosos errores que tenía la hechura del proyecto, que en síntesis, se referían a una deficiente organización de las bocas de fuego del recinto; a que la distancia entre el bastión y el puente que debería vigilar excedía el alcance del fusil, e incluso, a la fábrica misma de la fortificación, que se había hecho con «tierra encajonada entre estacas trabajadas vertical y orizontalmente que con la intemperie se pudren y destruyen». Por tanto, Ampudia propuso inspeccionar personalmente el recinto, con el propósito de tener más elementos de juicio y sugerir las mejoras necesarias.[25]

La organización militar del territorio

De acuerdo con el coronel Bernardo López, comandante del distrito de Chalco, en aquel momento, la fuerza desplegada en la región estaba conformada por 327 hombres: 228 de infantería y 99 de caballería. Además, había 110 fieles realistas de caballería dedicados únicamente a vigilar sus lugares de origen —Ozumba, Xuchi y Amecameca— y las zonas adyacentes, así como a la custodia de los correos que pasaban por las cabeceras de sus pueblos.

La tropa regular cubría los puntos de la Venta de Cordova, con 62 efectivos; la Venta de Chalco, con 15; el pueblo de Tlalmanalco, con 80; Amecameca, con 20; Tlayacapa, con 20; y 60 destinados a la partida volante. Los restantes 60 hombres se ocupaban de resguardar la cabecera de la provincia, escoltar el paso de los convoyes y los correos que se dirigían a Tierra Caliente, así como de reforzar a la fuerza volante cuando era necesario.

Según López, los puntos que para entonces estaban debidamente fortificados eran: la Venta de Cordova; Tlalmanalco, donde se habían construido dos fortines con capacidad para piezas de artillería de regular potencia; y los destacamentos de la Venta de Chalco, Amecameca, Ozumba y Xuchi, competentes para repeler los ataques rebeldes pero que por su corta guarnición, no podían emprender operaciones a la distancia.

No obstante, a pesar de su amplitud, este dispositivo de defensa era insuficiente para vigilar de forma adecuada todos los distritos a su cargo, pues como ya se ha dicho, el área presentaba para los realistas el inconveniente de estar rodeada de muchos cerros que le ofrecían refugio a las gavillas de rebeldes encabezadas por Reyes, Colín y otros líderes.

Por tanto, López proponía que se destinaran 100 hombres a la Venta de Cordova, 60 a Tlalmanalco y otros 60 al camino al sur, los cuales podrían situarse en Tetelco, para vigilar este rumbo y auxiliar en caso

de ser necesario a los destacamentos de Xuchi y Ozumba, así como para impedir el contrabando de chiringuito que hacían las numerosas fabricas de la región.[26]

El cuartel de Río Frío

Con relación a Río Frío, cabe señalar que si bien esta posición fue la primera que se pensó en guarnecer, hasta ese momento nada se había hecho, por lo que en octubre, a instancias de Hevia, Llano se dirigió al nuevo virrey Juan José Ruiz de Apodaca y Eliza para solicitar su aprobación para proceder a los trabajos de fortificación, para lo cual le pedía que enviase a dicho sitio a un ingeniero para que se encargara del proyecto, así como algún dinero para la realización de la obra.[27] Poco después, Hevia, le escribió al virrey para reiterar dicha solicitud, no sólo por la necesidad de contar con un puesto fortificado, sino porque «con motivo de hallarse la benta de rio frio enteramente arruinada esta el Destacamento casi al raso, por lo que se enferma la tropa».[28]

En consecuencia, Apodaca le ordenó a Ampudia, que pasase a inspeccionar el terreno comprendido entre la Venta de Cordova, el puente de Texmelucan y la Venta de Río Frío, con el propósito de evaluar la pertinencia de construir un reducto en ese lugar, o en caso contrario, efectuar las reparaciones necesarias en la venta para habilitarla como cuartel.[29]

Hay que recordar que el valle de Río Frío era uno de los puntos más importantes del trayecto entre la capital del virreinato y el puerto de Veracruz. Situado a la mitad de una gran cordillera, este lugar era el cruce de diversas rutas, por lo que era el sitio de reunión de un gran número de grupos de insurgentes que aprovechaban las condiciones del terreno «quebrado y cubierto» para emboscar a las fuerzas realistas, lo que había hecho que la posición quedara en el abandono.

Con el propósito de remediar esta situación, y acelerar la realización del proyecto, en enero de 1817, Pablo Escandón, diputado del Real Tribunal del Consulado de México, le informó a Llano que podía disponer de los 837 pesos 7 reales que habían quedado como sobrante de los 6,000 pesos que se habían empleado en la compostura del puente de Texmelucan. El dinero le fue entregado al capitán Rafael de Lara, ingeniero que había sido comisionado por Ampudia para que se ocupara de los trabajos en la venta.

En marzo, Ampudia se dirigió al virrey para solicitarle 500 pesos adicionales para las obras encargadas a Lara, en el entendido que tal cantidad correspondía solamente a la compostura de los cuartos para la tropa, quedando pendiente lo relativo a la fortificación del inmueble. Empero, debido a que ya en aquel entonces las condiciones del conflicto comenzaban a evolucionar de forma favorable para la causa realista, sólo se le concedieron 400 pesos[30] pues se decidió que únicamente se hicieran algunas adaptaciones menores en la venta, con el objetivo de que sirviera como puesto de resguardo para un destacamento de 35 infantes y ocho caballos.[31]

En mayo, Lara le entregó a Ampudia el presupuesto de los trabajos pendientes de realizarse, mismos que estaban suspendidos por falta de dinero, si bien desde la Venta de Cordova continuaba el acarreo de ladrillos para la obra. Hasta aquel momento, se había invertido un total de 1,207 pesos 7 reales, 1 grano, por lo que únicamente se contaba con 29 pesos 7 reales 11 granos para la continuación de las labores.[32]

Finalmente, en septiembre, se dio por concluido el trabajo en la venta, por lo que Lara le solicitó a Ampudia que girara las órdenes correspondientes para hacer entrega del inmueble al comandante de San Martín Texmelucan.

De acuerdo con el inventario proporcionado por el ingeniero, el cuartel constaba de una entrada principal con tambor y rastrillo; un cuerpo de guardia con puerta de dos hojas; una cuadra de infantería con puerta de dos hojas y dos ventanas; tres cuartos para oficiales con dos puertas de dos hojas; una cuadra para dragones con puerta de dos hojas; y una caballeriza con pesebre y piso de madera.[33]

Valentín de Ampudia, director del Real Cuerpo de Ingenieros

Unos meses después, debido a que desde el fallecimiento del mariscal de campo y director subinspector Miguel Constanzó, la comandancia del Real Cuerpo de Ingenieros se hallaba acéfala, los documentos y planos pertenecientes a dicha agrupación le fueron entregados a Ampudia, quien a su vez, solicitó que se le reconociera como comandante del cuerpo.[34] No obstante, a pesar de los méritos del ingeniero, el nombramiento recayó en el coronel Juan Camargo y Cavallero, quien había trabajado estrechamente con

Constanzó en las obras de fortificación del puerto de Veracruz.

Sin embargo, para Ampudia, la oportunidad de ascender a la jefatura del cuerpo no tardó demasiado en llegar: un año después, en enero de 1818, por orden de Fernando VII,[35] Camargo se embarcó rumbo a España, dejando en su lugar al ingeniero, quien recibió el nombramiento oficial como director del Real Cuerpo de Ingenieros por parte del virrey al mes siguiente.[36]

A pesar de lo anterior, Ampudia resintió la falta de cooperación de algunos de los comandantes de la tropa destinada a los trabajos de fortificación, cuyos efectivos se ocupaban de vigilar a los trabajadores, o incluso, debían tomar parte directa en dichas labores. Al parecer, a algunos jefes militares no les agradaba la idea de estar subordinados a las órdenes de los ingenieros, lo que los llevaba a quejarse continuamente e incluso, a incurrir en actos de insubordinación, por lo que Ampudia debió escribirle al Apodaca para solicitarle su intervención.[37] A pesar de la sorpresa que le causó al virrey tal solicitud, dado lo inusual de la situación, Apodaca convino en otorgarle su apoyo al ingeniero.[38]

A lo largo de los siguientes años, Ampudia acometió la realización de numerosas obras civiles y militares en diversas partes del virreinato, hasta que ante la consumación de la Independencia, pasó a integrarse a las filas de los ingenieros militares al servicio del Imperio mexicano.

En cuanto a las fortificaciones del camino México-Puebla, hasta donde se sabe, hoy en día no existe algún indicio material que conserve su memoria, salvo por los expedientes y planos localizados referentes a su construcción, por lo que está pendiente la realización de trabajo de campo que permita rastrear las últimas huellas de aquellos bastiones que por un breve periodo, fueron testigos de los avatares que marcaron el proceso de transformación de la Nueva España en un Estado independiente.

Notas

1. Zapatero, Juan, *La fortificación abaluartada en América,* p. 105.
2. Al respecto, consúltese el plano 1560-OYB-7261-A.
3. Para mayor información acerca de la historia de la Escuela Militar de Ingenieros, véanse: «Historia», disponible en *http://www.sedena.gob.mx/educacion-militar/planteles-militares/escuela-militar-de-ingenieros/historia*; y Aurelio de los Reyes, «Enseñanza del dibujo en la Escuela de Minas y el Colegio Militar (1821-1850)», en *La enseñanza del dibujo en México,* pp. 45.
4. En su informe final dirigido al Ministerio de guerra, Calleja decía que: «Por consiguiente, no está lejos el tiempo de que á la manera que se practica respecto á la tierra adentro, salga un convoy mensual desde Puebla para Veracruz por este camino, pero entre tanto lo he ordenado asi entre esta Capital y Puebla que ha empezado desde el 1º de este mes al abrigo y proteccion de dos fortines que he hecho construir en el Camino Real de Rio Frio habiendo antes disipado las reuniones que existian en él y que interrumpian toda comunicacion y tráfico». Archivo General de Indias, Estado, 31, núm. 33, Informe del virrey Calleja, México, 6 de septiembre de 1816.
5. Archivo General de la Nación, en adelante AGN, Fomento-Caminos, vol. 6, 2ª parte, exp. 12, informe del conde de la casa de Agreda al fiscal de lo civil, México, 26 de abril de 1819.
6. Al respecto, Archer afirma que: «Con la derrota y captura del padre Morelos, el virrey Calleja (1813-1816) pudo proclamar que con la excepción de algunos piquetes de bandidos criminales, la insurgencia había terminado. (…) Como es bien sabido, Lucas Alamán y otros historiadores abrazaron esta visión que en realidad se originaba en la propaganda y vanidad más que en las realidades de la situación militar». Christon Archer, «En busca de una victoria definitiva: el ejército realista en Nueva España, 1810-1821», en *Las guerras de independencia en la América española,* p. 435.
7. AGN, Operaciones de guerra, vol. 305, exp. 1, ff. 1-4, instrucciones del virrey Calleja a Ciriaco del Llano, México, 27 de febrero de 1816.
8. AGN, Operaciones de guerra, vol. 305, exp. 113, ff. 251-252, del virrey Calleja a Ciriaco del Llano, México, 20 de mayo de 1816.
9. Hasta donde se sabe, la Venta de Cordova fue construida en el siglo XVII para brindar abrigo a los viajeros que se dirigían a la ciudad de México. Con el estallido de la guerra de Independencia, los rebeldes incendiaron el inmueble, destruyéndolo casi en su totalidad, quedando completas únicamente algunas habitaciones que los guerrilleros utilizaban ocasionalmente en sus correrías en esta parte del Camino Real.
10. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 38, ff. 108-109, del virrey Calleja a Valentín de Ampudia, México, 21 de junio de 1816.
11. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 114-115, *Descripción de la Venta de Cordova cuyo reconocimiento practicó en el dia de hayer, en virtud de Orden del Exmo. Señor Virrey, el Teniente Coronel del*

Real Cuerpo de Yngenieros que abajo firma, Chalco, 1 de Julio de 1816.

12. Archivo del Instituto de Historia y Cultura Militar, en adelante, AIHCM, *Memoria que acompaña al plano perfil y vista de la Casafuerte de San Fernando de Cordova. Punto militar situado á Díez leguas de Esta Capital al E. de la misma sobre el Camino Real a Puebla. Dada en Mexico á 9 de Diciembre de mil ochocientos diez y siete por el teniente Coronel y Comandante del Real Cuerpo de Yngenieros Don Valentin de Ampudia,* México, 9 de diciembre de 1817.
13. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 114-115*, Descripción de la Venta de Cordova cuyo reconocimiento practicó en el dia de hayer, en virtud de Orden del Exmo. Señor Virrey, el Teniente Coronel del Real Cuerpo de Yngenieros que abajo firma,* Chalco, 1 de julio de 1816.
14. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 114-115*, Descripción de la Venta de Cordova cuyo reconocimiento practicó en el dia de hayer, en virtud de Orden del Exmo. Señor Virrey, el Teniente Coronel del Real Cuerpo de Yngenieros que abajo firma,* Chalco, 1 de julio de 1816.
15. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 116-118, Informe de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Chalco, 1 de julio de 1816.
16. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 120-121, del virrey Calleja a Valentín de Ampudia y Bernardo López, México, 4 de julio de 1816.
17. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 122-123, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 12 de julio de 1816.
18. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 41, ff. 125-126, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 17 de julio de 1816.
19. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 42, f. 133, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 23 de julio de 1816.
20. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 45, f. 146, de Valentín de Ampudia al intendente Ramón Gutiérrez, Venta de Cordova, 30 de julio de 1816.
21. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 48, f. 151, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 5 de agosto de 1816.
22. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 48, ff. 154-155, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 26 de agosto de 1816.
23. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 3, ff. 3-10, de Ciriaco de Llano al virrey Apodaca, 3 de enero de 1817.
24. AIHCM, *Memoria que acompaña al plano perfil y vista de la Casafuerte de San Fernando de Cordova. Punto militar situado á Díez leguas de Esta Capital al E. de la misma sobre el Camino Real a Puebla. Dada en Mexico á 9 de Diciembre de mil ochocientos diez y siete por el teniente Coronel y Comandante del Real Cuerpo de Yngenieros Don Valentin de Ampudia,* México, 9 de diciembre de 1817.
25. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 48, ff. 157-158, de Valentín de Ampudia al virrey Calleja, Venta de Cordova, 1 de septiembre de 1816.
26. AGN, Operaciones de guerra, vol. 519, exp. 10, ff. 128-131, de Bernardo López al virrey Apodaca, Chalco, 24 de septiembre 1816.
27. AGN, Operaciones de guerra, Vol. 306, exp. 6, ff. 23-24, de Ciriaco del Llano al virrey Apodaca, Puebla, 3 de octubre de 1816.
28. AGN, Operaciones de guerra, Vol. 306, exp. 6, f. 25, de Francisco Hevia al virrey Apodaca, San Martín, 8 de noviembre de 1816.
29. AGN, Operaciones de guerra, Vol. 306, exp. 6, ff. 26, del virrey Apodaca a Ciriaco del Llano, Puebla, 13 de octubre de 1816.
30. AGN, Operaciones de guerra, vol. 719, exp. 34, f. 95, de Valentín de Ampudia al virrey Apodaca, México, 8 de marzo de 1817.
31. AIHCM, *Memoria del Valle de Rio frio, elegido para punto militar, situad á trece leguas de Esta Capital, y entre los puntos de Venta de Cordova y Puente de Tesmelucam. Dada en Mexico á ocho de Octubre de mil ochocientos diez y siete, por el Capitan segundo del Real Cuerpo de Yngenieros Don Rafael de Lara,* México, 8 de octubre de 1817.
32. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 8, ff. 49-51, de Valentín de Ampudia al virrey Apocada, México, 9 de mayo de 1817.
33. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 8, ff. 53-54, de Valentín de Ampudia al virrey Apocada, México, 12 de septiembre de 1817.
34. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 3, ff. 8-9, de Valentín de Ampudia al virrey Apodaca, 3 de México, enero de 1817.
35. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 12, f. 69, de Juan Camargo al virrey Apocada, Veracruz, 9 de enero de 1818.
36. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 12, f. 76, del virrey Apocada a Valentín de Ampudia, México, 17 de febrero de 1818.
37. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 24, f. 164, de Valentín de Ampudia al virrey Apocada, México, 29 de octubre de 1818.
38. AGN, Operaciones de guerra, vol. 963, exp. 24, f. 168, del virrey Apocada a Valentín de Ampudia, México, 7 de noviembre de 1818.

Lista de referencias

Archer, C. 2002. En busca de una victoria definitiva: el ejército realista de Nueva España, 1810-1821. En *Las guerras de independencia en la América española*. Zamora: El Colegio de Michoacán/ Instituto Nacional de Antropología e Historia/Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Muñoz, F. 2010. «Las fortificaciones de Veracruz». En *Fortalezas históricas de Veracruz*. México: Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Veracruz.

Ortiz, J. 1993. *Arquitectura militar de México*. México: Secretaría de la Defensa Nacional.

Reyes de los, A. 2014. «Enseñanza del dibujo en la Escuela de Minas y el Colegio Militar (1821-1850)». En *La enseñanza del dibujo en México*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Zapatero, J. 1978. *La fortificación abaluartada en América*. San Juan: Instituto de Cultura Puertorriqueña.

El «prometido» en las subastas a la baja de contratos de obras durante el siglo XVI

Luis Vasallo Toranzo

El principal sistema medieval para la contratación de obras, el de maestría (Alonso, 2012, 231-2), fue progresivamente abandonado desde finales de la Edad Media en favor del destajo, en el que un maestro se comprometía a realizar una obra por un precio fijo y con unos plazos de entrega determinados (Hoag, [1958], 1985, 53-6). Este último modelo, que indudablemente favorecía al comitente, pues podía controlar más eficazmente su coste (Vasallo y Pérez, 2011, 51) y finalización (Gómez, 1994, 255-6), mostró pronto algunas carencias, que se intentaron solucionar a lo largo del siglo XVI con mayor o menor acierto.

Una de ellas, que afectaba al promotor, era el escaso control que éste podía ejercer sobre la calidad, dado que el espíritu de este tipo de contratos buscaba racionalizar sobre todo el gasto y los plazos. Otra, que incumbía sobre todo al contratista, era la imposibilidad de exigir el pago de aquellos inconvenientes sobrevenidos o de aquellas mejoras —«demasías»— ejecutadas.

Para evitar sobre todo el primer problema surgió en el segundo tercio del siglo XVI la tasación final (Marías, 1989, 462). Consistía ésta en la inspección realizada por dos maestros peritos, uno por cada parte, que deberían establecer si se había cumplido el contrato y, en consecuencia, si el maestro era merecedor del pago estipulado.

Que fue ésta la finalidad última de las tasaciones lo demuestran dos realidades distintas. Una, el hecho de que en muchos contratos el promotor se reservase la capacidad de nombrar a un tasador único, o al menos al tercero o árbitro en caso de contradicción (Vasallo, 1994, 109 y 2013, 805 y ss.). Otra, que se estipulase a veces la incapacidad de alegar mejoras para acrecentar el precio, que nunca podría superar la cantidad establecida de antemano, aunque sí verse reducida si así lo decidían los peritos (Vasallo 1994, 110).

A pesar de todos estos controles, los artistas encontrarán a lo largo del XVI algunos resquicios en el sistema que les permitirán sortear las limitaciones y transformar el sistema de destajo en otro de tasación, donde el precio final quedaba en manos de compañeros del oficio. Significativamente fue Alonso Berruguete quien contrató a tasación el retablo de San Benito en 1528 sin estipular previamente un precio aproximado. Lo mismo ocurrió al año siguiente con el retablo del colegio de Alonso de Fonseca en Salamanca, aunque es verdad que en obras posteriores (sillería de la catedral de Toledo, sepulcro de los condestables, sepulcro del cardenal Tavera...) admitió precios estimados con participación de tasadores a su conclusión (Arias, 2011).

Los abusos generalizados durante el segundo tercio del siglo del Renacimiento, donde las tasaciones, justificadas en los altos salarios del momento (Nieto, 1998, 68-70), alcanzaron en no pocas ocasiones unos precios desorbitados, provocaron el escándalo y la reacción de los promotores. Pleitos sonados como el de López de Gámiz con el condestable de Castilla a causa de la tasación del retablo de Santa Clara de Briviesca, que alcanzó más de 10.000 ducados (Vasa-

llo, 2009, 191-2), o el de Francisco Giralte con el hijo del obispo Gutierre de Carvajal por el sepulcro del prelado, que superó los 8.000 (Vasallo y Pérez, 2013, 280), motivaron quejas de los promotores que entendían que los precios se inflaban en virtud de intereses profesionales y personales. Así lo recoge un memorial presentado al Sínodo de Obispado de Palencia en 1582, en que se decía que

> en darles las obras de las yglesias a tasaçión, son muy dagnificadas, porque todos los offiçiales se tasan unos a otros las obras (Losada, 2007, 51),

Las reiteradas quejas de los vicarios motivaron en ocasiones la intervención de algún obispo, que prohibió realizar

> a tasaçión ninguna obra …, attento que las iglesias desta bicaría [de Toro, obispado de Zamora] están muy pobres y muy arruinadas, y se les an levantado con muchos dineros los offiçiales sin poderlos cobrar (Vasallo, 2004, 123)

El clamor contra esta práctica no se limitaba al clero; también los laicos se mostraban quejosos y lo exponían con claridad en los correspondientes pleitos:

> muchos de los dichos testigos... an tenido e tienen estrecha amistad [con el maestro], porque tienen por costumbre de tasar las obras al dicho … y el dicho … las obras dellos, y a muy heçesivos preçios (Vasallo, 2012, 415).

Una de las consecuencias de esta alarma —a la que contribuyó la cada vez peor situación económica del reino— fue la generalización de los contratos mediante subastas a la baja. Utilizadas fundamentalmente por unos administradores que buscaban rebajas significativas en las obras públicas, y en menor medida en las religiosas, se promovieron unos concursos que se hacían pregonar por las localidades cercanas para atraer la mayor cantidad de profesionales posible. El sistema consiguió en principio rebajar los precios de las licitaciones, pero pronto mostró algunas carencias importantes, debido al control que ejercían los maestros locales. Para superar este inconveniente y fomentar la participación de ponedores foráneos, se introdujeron «los prometidos», un recurso utilizado ampliamente en la adjudicación de las rentas civiles y eclesiásticas, así como en los abastos municipales, consistente en ofrecer unas promesas monetarias para aquellos postores que rebajasen las ofertas anteriores. Junto a ello, no hay que desechar la búsqueda por parte de las autoridades de una compensación económica que pudiera resarcir al postor de los gastos y del trabajo empleados en la formalización de la baja. Y, por último, evitar en la medida de lo posible los acuerdos entre maestros para limitar las bajas (González, 1998, 64-5).

Porqué de los prometidos

Evidentemente, la primera razón de ser del prometido era la de fomentar las bajas. Así aparece repetidamente en la documentación, en momentos en que se paralizaban las ofertas. Entonces, el corregidor mandaba pregonar que

> si havía alguno que hiciese baxa en la obra de la dicha puente, que paresçiese ante su merçed y se le daría la quinta parte de lo que abaxase de prometido.

Esto, ocurrido en Burgos en 1574 en la obra del puente del Canto en Ibeas de Juarros, se repetía con regularidad (González, 1998, 65-6). En 1597 se pregonó la obra de las oficinas del castillo de León según trazas y condiciones de Francisco de Mora. En la puja estuvo presente Pedro de Mazuecos el Mozo, enviado a León para asesorar al corregidor y al teniente del alcaide del edificio. Después de varias posturas, el corregidor

> con asistencia e ynterbençión de los dichos Bitorio de Villafañe [teniente del alcaide de la fortaleza] y Pedro de Mazuecos, y pareçiéndoles que la dicha postura era muy exçesiva, y que no avía quien hiçiese otra baxa, mandó que se ofreçiesen algunos prometidos para que por ellos se hiçiese baxa. Y se pregonó [...] que quien baxase la dicha obra seisçientos ducados de la postura de los dichos dos mill y treçientos ducados, se le darían tresçientos rreales, e no ubo quien lo açetase. Y luego mandó que quien hiçiese baxa de los dichos seisçientos ducados, se le darían quinientos rreales de prometido; … y no ubo quien quisiese haçer la dicha postura. Y luego ofresçió … ochoçientos rreales… y no ubo quien lo açeptase. Y luego el dicho corregidor ofresçió çien ducados, … y … el dicho Pedro de la Lastra, maestro de cantería, veçino de Balberde, dijo que por los dichos çien ducados de prometido baxava la dicha obra seisçientos ducados de los que estaba puesta por Pedro

de Llaneça, que avían sido dos mill y tresçientos ducados.

Junto a la necesidad de fomentar las bajas, los corregidores debían impulsar la participación de postores. Para ello, además de mandar pregonar la obra por las villas y ciudades de alrededor, tenían, en muchos casos, que compensar el esfuerzo económico realizado por los participantes, quienes debían trasladarse al lugar de celebración y permanecer en él, si seguían interesados en la obra, hasta la finalización del proceso. Así justificó el cantero Diego de Vergara la solicitud de un prometido para pujar en la obra del puente de Albalá o de Almaraz, jurisdicción de Plasencia:

Este dicho día [1-7-1539] paresçió presente Diego de Vergara … y dixo quél por servir a esta çibdad [de Plasencia] le baxava e baxó la postura de la obra de la puente de Alvalá, que está puesta en çinco mill ducados, por çinquenta de prometido, … en çinco mill ducados, por doçe de prometido para su camino…

Además, a veces, los licitadores debían aportar sus propias condiciones y trazas, que posteriormente eran examinadas por el promotor, con el fin de escoger las más adecuadas. Una vez elegidas, podían comenzar las pujas, adaptándose estas al proyecto seleccionado. Así ocurrió en 1574 en Burgos para el reparo del puente ya citado de Ibeas de Juarros. Una riada había dañado gravemente el paso en la margen derecha, destruyendo el último de sus arcos. El corregidor de la ciudad de Burgos solicitó un informe a Pedro de Castañeda, Juan de Esparza y Martín de Bérriz, quienes dictaminaron la necesidad de reconstruir dicho arco y ampliar el puente con otro adyacente, para evitar las frecuentes avenidas. Tras ello se pregonó la obra, acudiendo numerosos maestros. Presentaron trazas y condiciones Juan de las Landeras, vecino de Carasa y estante en Burgos; Sancho Ortiz Marroquín, vecino de Adán, residente en Burgos; Martín de Castañeda, vecino de Burgos; y Pedro de la Torre Bueras, maestro que trabajaba en el monasterio burgalés de la Merced. El corregidor nombró entonces a Juan de Esparza y a Juan de la Puente para que fuesen a ver el puente y revisasen las trazas presentadas, con el fin de escoger la más conveniente. Las condiciones y traza escogidas fueron las de Pedro de la Torre Bueras, y sobre ellas comenzó la puja el 27 de marzo de 1574, con gran participación de maestros y en la que triunfó Marcos de Trevilla. El primer licitante fue Landeras, al que se le admitió un prometido de 200 ducados. Dos años más tarde, después de solicitar infructuosamente el pago de dicho prometido y tras alegar el trabajo realizado en formalizar traza y condiciones, tuvo que acudir a la justicia, que sentenció a su favor condenando al depositario de la obra a pagar dicha cantidad.

Junto a ello, los postores, ante ciertas arbitrariedades ejercidas por los promotores, exigían compensaciones. Cambios sobre la marcha de partes substanciales de los proyectos o la aceptación de bajas una vez rematada la obra y aceptadas las fianzas, ocasionaban unos gastos que debían resarcirse. En Plasencia, en 1539, cuando Alonso Macías, carpintero de Salamanca, acudió a pujar por la obra de las cimbras del citado puente de Albalá, que había sido pregonada en la ciudad del Tormes, constató que se había unificado toda la obra —la carpintería y la cantería—, por lo que

vista la mudança de la dicha çibdad, pidió a la dicha çibdad le pagasen el camyno que avía hecho. E que él quería yr a ver la obra de la dicha puente porque, vista, podría ser que hablase en toda la dicha obra, ansy de cantería como de carpintería. E la dicha çibdad pagó al dicho Alonso Maçias el dicho camino y enbió con él una persona para que le mostrase la obra del dicho puente.

La aceptación de bajas tras el remate e incluso después de haber admitido las fianzas, era una práctica habitual en la contratación de obras por mor de una rebaja en el precio. El quebranto económico para el postor era notable, por lo que se admitían y justificaban sin discusión la existencia de prometidos en estas ocasiones. Por el contrario, si no se había llegado a garantizar la puja, las autoridades podían justificar el impago de los prometidos «por no aver afiançado su baxa», aunque estas resoluciones no solían ser admitidas por la Chancillería, donde apelaban los maestros que no alcanzaban justicia en primera instancia.

Pero había otro motivo para fomentar los prometidos. La enorme competencia suscitada por las subastas a la baja entre los maestros, multiplicó los acuerdos entre maestros con el fin de limitar las rebajas de precios. Esta circunstancia, que ha sido percibida en algunos contratos, queda reseñada explícitamente en la subasta por la obra del palacio episcopal de El Burgo de Osma, que había sufrido un incendio en fe-

brero de 1576. Llamados distintos carpinteros de Soria y de otros lugares, los maestros de carpintería de El Burgo, que esperaban rematar la obra, acordaron con ellos

> que no llegasen a la obra. Y con todo eso, este confesante [Francisco de Revilla] y el dicho Francisco Morente bieron la dicha obra, y entranbos hordenaron con otros ofiçiales de fuera la traça e horden cómo se abía de haçer la obra. Y las partes contrarias los tornaron a persuadir…, e se concordaron entre todos los que se allaron presentes de que a unos daban a diez ducados y a otros a menos e a otros a más porque no les bajasen la obra, porque ellos se están en sus casas e que no les hiciesen mal.

El problema se suscitó cuando la obra se remató en Francisco de Arce, carpintero estante en Almazán y ajeno a estos acuerdos, por lo que los maestros locales exigieron la devolución de lo abonado, pues

> todas las veçes que se haçen semejantes contratos entre offiçiales, sienpre sse entiende que los que rresçiben dineros por no bajar las obras, los tornan a las personas que se los dan con las costas … si no salen con las tales obras, aunque no se diga ni declare, y ansy se usa e guarda syempre y de hordinario..

Una situación similar, aunque de negociaciones más discretas, se vivió en la citada contrata de las oficinas del castillo de León. Según el procurador de Pedro de la Lastra

> si su parte no la hiçiera [la baja], no ubiera persona, ni ofiçial, ni maestro de cantería que lo hiçiese de los que estavan a la saçón en la dicha çiudad de León, por tener hablado a más de veinte dellos el dicho Pedro de Llanez para que nadie hiçiese baxa ni postura más de la que él avía hecho.

La falta de unas ordenanzas sobre estas contrataciones de obras, sobre el empleo de los prometidos por las autoridades para fomentar las bajas o sobre su admisión a propuesta de los postores motivó una casuística muy abundante, mediatizada por muy variados aspectos e intereses. Junto a corregidores o vicarios rigurosos, que se mostraban muy selectivos a la hora de aceptar prometidos o que los utilizaban sólo como último recurso para impulsar las posturas, controlando entonces la cantidad prometida en función de la baja efectuada —tal y como hizo el corregidor de León en la mencionada licitación de la fortaleza de León—, encontramos otros que admitían sin límite alguno todas las bajas aunque llevaran asociados prometidos ajustados por los propios postores. Se producía así un importante menoscabo para los promotores, que se veían obligados a abonar diversas cantidades siempre que hubiera otra baja posterior. Así ocurrió en Plasencia en 1539, cuando tras dieciocho posturas sobre el puente de Albalá, la obra bajó de 8.000 a 4.000 ducados, pero la ciudad se comprometió a pagar 502 en prometidos, en cantidades que iban desde los 12 del más bajo, hasta los 120 del más alto.

Generalmente el pago de estas promesas monetarias corrían por cuenta del promotor; aunque era habitual que éste intentase, bien en la propia postura, bien posteriormente, hacer recaer la obligación en el contratista. Así se evidencia, por ejemplo, en el proceso sustanciado ante la Chancillería por el pago de un prometido ganado en la subasta del puente de Ibeas de Juarros. En este caso el corregidor intentó desviar la reclamación hacia el último postor, quien no pudo cumplir al sorprenderle la muerte; por lo que el demandante actuó contra el depositario de la obra, que resultó finalmente condenado.

También las preferencias de los comitentes por determinado maestro a causa de su calidad, o por motivaciones interesadas rayanas en el cohecho, fueron aspectos que alteraron a menudo el desarrollo de las subastas. En no pocas ocasiones los promotores mostraron su inclinación por los maestros locales, suficientemente conocidos y abonados, que, además de certificar una calidad mínima —algo imposible de garantizar en un desconocido—, permitían una supervisión más activa de la obra por parte del comitente, dada la dependencia del maestro local respecto de las autoridades civiles o eclesiásticas. Es lo ocurrido en León en 1588, cuando, durante el proceso de adjudicación de la iglesia de San Marcelo, y tras superar numerosas bajas, el obispo impuso a Juan del Ribero y a Baltasar Gutiérrez, maestros, solventes y suficientemente conocidos, para reedificar la iglesia (Vasallo, 2008, 116). La preferencia por determinados maestros se hizo evidente también en Fuentelapeña (Zamora), villa de la orden de San Juan, en 1580. Entonces se produjo un enfrentamiento entre el regimiento de la localidad, que pretendía encargar la construcción a ciertos canteros, y el comendador Pedro Boniseni, que incitó a Juan de Nates y a Pedro de Mazuecos el Mozo a participar en la subasta. El ayuntamiento y el mayordomo de la iglesia, respon-

sables de la edificación de la iglesia, en la que debía participar el comendador con una fuerte suma impuesta por la justicia, alegaron que los maestros vallisoletanos habían sido enviados por Boniseni para retrasar la adjudicación y para, una vez concedida a estos, controlar su desarrollo. Finalmente se remató en los preferidos por el concejo y el mayordomo.

En otras ocasiones, como digo, se observan algunas arbitrariedades en la aceptación de posturas y la concesión de prometidos. En Plasencia, en el contrato del puente de Albalá, el concejo encargó a Diego de Vergara y a Martín de la Ordieta las condiciones de la obra y mostró durante todo el proceso su preferencia por ellos. No en vano, el corregidor llegó a desechar la oferta de un carpintero local que bajó la obra 500 ducados por favorecer una postura de Vergara, lo que provocó las quejas de un regidor. Así ocurrieron los hechos. Después de pregonarse por segunda vez el puente en junio de 1539, el corregidor acordó privadamente con Vergara aceptar una licitación de 5.000 ducados; pero, entre tanto, pujó el carpintero Francisco Hernández poniendo la obra en 4.500. El corregidor, en un intento de parar esta postura, no admitió el prometido que llevaba aparejado, lo que ocasionó la queja de dos regidores. La respuesta de la máxima autoridad municipal fue muy explícita:

> que sy el dicho Francisco Hernández quisiere hazer la dicha baxa syn el prometido, quél se la rresçebirá, porque por otra persona le está echa otra baxa, y por esto no se le rresçibe con prometido.

El carpintero damnificado, inducido por el regidor Ruy González de Carvajal, contestó que

> a él no le consta de otra baxa, y que lo que ha fecho a fecho ante de quien se solía facer y se han fecho las otras, e dado otros prometidos, y a él le está otorgada y rresçibida su postura, por tanto que pide a su merçed se le haga justiçia....

Indiferente a ello, el corregidor admitió esa misma mañana la postura apalabrada con Diego de Vergara de 5.000 ducados, con 12 de prometido. De nada valieron las quejas de Francisco de Collazos, otro de los regidores, que recordó que sólo se podían aceptar posturas por debajo de los 4.500 ducados ofertados por Hernández. De hecho, ese mismo día el corregidor admitió otra por 5.000 ducados sin prometido ninguno. La tensión entre los regidores y el corregidor debió ser máxima, pues se tardó casi un mes en recibir nuevas pujas, que acabarían rebajando la obra hasta los 3.200 ducados. Sin embargo, este remate, realizado en el carpintero salmantino Bartolomé Rodríguez, resultó fallido al no encontrar fiadores, por lo que se volvió a pregonar la obra, licitándose definitivamente en el mismo Vergara por 4.000 ducados (Castro, 2007).

La picaresca de los prometidos

La falta de regulación multiplicó la picaresca. Los corregidores, en lugar de controlar la concesión de prometidos, permitieron que fueran los propios maestros quienes condicionasen sus posturas a la obtención de un prometido. El resultado es fácil de imaginar: los prometidos se convirtieron en el modo de ganar unos ducados: «…bajó la obra quinientos ducados por çinquenta de prometidos, e que sy oviese baxa, gane el prometido, e sy no la oviere y en él quedare rrematada la obra, que sea obligado a la haser … syn prometido ninguno». Este compromiso adquirido por Martín de la Ordieta en una de sus licitaciones por el puente de Albalá se sumó a otras dos bajas hechas por él, que le reportaron en total 130 ducados.

En no pocos casos, como se ha dicho arriba, los promotores intentaron desviar la obligación de pago hacia el último postor, o directamente quedar eximidos alegando, por ejemplo, la inexistencia de fianzas:

> Si saben … que quando se haze alguna postura en alguna obra de la dicha çibdad de Plasencia, semejante que la de la dicha puente, por algún ofiçial, el tal ofiçial suele dar fianças para ganar el prometido que se le conçede, e no las dando, no gana el prometido, e ansy se usa e acostumbra en esta çibdad de Plasencia…

sin que la justicia tuviera en cuenta este tipo de fundamentos.

Por supuesto, estas licitaciones en busca de prometidos eran muy arriesgadas, pues la ausencia de un posterior postor obligaba a asumir la obra. El resultado fue en muchas ocasiones la quiebra de la misma y el consiguiente encarcelamiento del maestro incapaz de afianzarla. Es el caso de no pocos carpinteros que se aventuraron a participar en subastas de obras de cantería. En 1630 un trasmerano afincado en Toro y

Zamora llamado Juan del Senderón se quejaba de la intromisión de ciertos maestros no abonados en la contratación del Puente de Toro:

> los jueces de la dicha obra… admitían posturas a personas que no eran del arte de cantería, ni de satisfacción, ni tomaban fianzas de ellos…; y que se rreconocía sólo habían echo las dichas posturas por ganar prometidos… Y porque Diego de Salinas, que avía echo dos baxas nombrándose que hera maestro de obras, y otro Antonio Sánchez, su compañero, éstos no eran maestros de obras de cantería, sino que açían obras del oficio de carpintería como oficiales jornaleros en esa dicha çiudad. Y Domingo de Yzaga y Chavarría, que avía echo otra vaxa finxiéndose que era maestro de cantería, no lo era; y era un onbre muy pobre, neçesitado, que no tenía bezindad, más (sic) siendo en parte fixa, que andava de lugar en lugar buscando donde poderse ocupar para ganar un jornal para sustentarse… (Vasallo, 1994, 107).

Lo mismo había ocurrido casi 100 años antes en Plasencia, cuando varios carpinteros de Salamanca acudieron a la licitación del puente de Albalá. Rematada la obra en uno de ellos, hubo que volverlo a pregonar por no dar fianzas suficientes, lo que provocó las siguientes palabras de uno de los regidores:

> que bien tiene notiçia que unos que dezían ser carpinteros e que venían de Salamanca hablaron en la dicha obra, los quales pareçieron que venían más por burlar e pasar tienpo, que no para efetuarlo de la cantería, que ellos no sabían, porque hablando en ello no dieron fianças para la quiebra, si la oviese, y en ellos se rrematase, y en todo fue palabras sin efetuarse cosa chica ni grande, antes un carpintero, no sabe si es alguno de estos que habló en la dicha puente, se fue e no a pareçido más, y aunque le an ydo a buscar, no le hallan…

El carpintero era Bartolomé Rodríguez, que puso la obra en 3.200 ducados, obligándose a dar fianzas por valor de 6.000, algo que no pudo conseguir a pesar de estar apoyado por Juan y Machín de Sarasola, canteros vascos asentados en Salamanca.

Sin embargo, para aquellos maestros prestigiosos, la participación en este tipo de subastas podía reportarles jugosos beneficios con escaso riesgo. El propio Juan del Senderón en su testamento de 1637 declaraba, para conocimiento de sus herederos, lo siguiente:

> Y tem declaro que yo hize çierta baja en el Consejo Real en rrazón de la obra y rreparo de la puente de la çiudad de Zamora, de tres mill ducados por la quarta parte de prometido, que son ocho mill doçientos e zinquenta rreales, la qual dicha vaja me fue admitida; mando que abiendo persona que aya echo otra vaxa se covre el dicho prometido, y no la abiendo, se aga la obra.

El sistema daba tantas facilidades que pronto los contratistas se las idearon para asegurarse un cobro fácil de los prometidos. A veces las pujas se limitaban a rebajar el prometido, sin tocar el precio de la obra, algo que sorprendentemente fue admitido en alguna ocasión por los corregidores, tal y como ocurrió en Plasencia el 2 de junio de 1539:

> pareçió Martyn de Lordieta, aparejador, e dixo que … hasía e fizo la dicha baxa de los mill ducados por quarenta ducados de prometido […] E pidió a sus merçedes se lo otorgen, para que siendo abaxado por otro alguno los gane [los 40 ducados] luego...
> … paresçió un hombre que se dijo Miguel Sánches, carpintero, vesino de la çibdad de Salamanca, e dixo quél baxava e baxó diez ducados del dicho prometido, e lo hasía por treynta ducados...
> …el dicho Martín de Lordieta, aparejador, dixo que baxava e baxó otros diez ducados el dicho prometido e hasya la dicha baxa de los mill ducados por veynte ducados de prometido, e que los gane en aviendo baxa en la obra….

En otras ocasiones el fraude estaba más elaborado. Si, como se ha dicho arriba, los acuerdos entre los arquitectos para sortear el sistema de subastas a la baja fueron evitados por la administración mediante la institución de los prometidos, los maestros recurrieron inmediatamente a nuevos subterfugios para multiplicar precisamente dichos prometidos.

Cuando en 1581 los vallisoletanos Juan de Nates y Pedro de Mazuecos el Mozo acudieron a Fuentelapeña para contratar la obra de su parroquial, obtuvieron sendos prometidos de 50 ducados, que el concejo se negó a pagar alegando que formaban una compañía:

> porque sienpre a sido costumbre usada y guardada entre maestros de cantería y otros ofiçiales que cada y quando que dos ofiçiales que son de una compañía ban haçer postura en alguna obra, si el uno dellos haçe alguna baxa con su prometido, y el otro compañero haçe otra baxa con otro prometido para sacar al primero de la primera postura que antes avía hecho, que tales prometidos no se deben, y se an dado por ningunos, por ser cosa reprobada y presumirse fraude y colusión entre los tales, por llevar doblados prometidos como aquí intervino entre los susodichos, y porque lo quel uno haçe es visto haçer por el otro, por ser debaxo de una compañía….

En definitiva, como se ha podido vislumbrar a lo largo de estas páginas, el prometido, en principio implantado para promover las bajas en los contratos de obras, terminó siendo un motivo más de corrupción en manos de administradores infieles y de profesionales acostumbrados a la picaresca y el engaño (Aramburu-Zabala, 2001).

Notas

1. La utilización del sistema de tasación para garantizar la calidad queda demostrada en El Escorial, donde sólo se emplea en partes singulares de su arquitectura y decoración. CANO, 1994, 413.
2. Se conservan numerosos pleitos de fines del XV y del XVI sobre el cobro de prometidos ganados en subastas al alza o a la baja para adjudicar rentas o abastecimientos: Archivo de la Real Chancillería de Valladolid (desde ahora, ARChV), Pl. Civiles, Alonso Rodríguez (D), C. 33-5, ARChV, Registro de Ejecutorias, C. 362-13, ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 163-3, C. 718-7 y C. 202-6; ARChV, Pl. Civiles, Pérez Alonso (F), C. 546-8, C. 994-6, C. 1007-5, C. 1017-2 y C. 1264-1.
3. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 1212-4.
4. La obra ha sido tratada, sin citar el nombre Francisco de Mora, a partir de documentación simanquina, por Morais, 2005, 146-7.
5. ARChV, Pl. Civiles. Zarandona y Walls (O), C. 1741-7.
6. CASTRO, 2007
7. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8.
8. ARChV, Pl. Civiles, Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8.
9. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 1212-4.
10. Sobre éste, Cámara y Zarzuelo, 1990 y Cámara 1993.
11. Sobre estos, en Burgos, Ibáñez, 1989, 307-322 y 1991, 341-352.
12. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 1212-4. Participaron el propio Pedro de la Torre Bueras; Pedro de Castañeda, vecino de Burgos; Matías de Castañeda, vecino de la misma ciudad; Sancho Ortiz Marroquín; Juan de Ribas, vecino del Valle de Aras; Juan de las Landeras; Miguel de Nates, natural de Herrera y residente en Covarrubias; Rodrigo de Carasa, residente en Quintanapalla; Juan del Río, natural del valle Aras, residente en San Mamés; Francisco del Río, de Bádames, residente en Peñafiel; Juan del Castillo, vecino de Burgos; Pedro Gil de Gibaja, residente en Villafría; Pedro de la Gándara, vecino de Ceceña, residente en Juarros; Pedro de la Vega, natural del Valle de San Mamés de Aras, residente en Villadiego; García de Agezmesa, natural de San Mamés de Aras, residente en Torquemada; Marcos de Trevilla, vecino de Burgos; Hernando de Manzaneda, vecino del Valle de Carranza, estante en Burgos; y Rodrigo de Lanestosa, natural de Lanestosa, habitante en Barbadillo de Mercado. Sobre muchos de estos, González, Aramburu-Zabala, Alonso y Polo, 1991.
13. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8. Castro, 2007, 299
14. ARChV, Pl. Civiles. Zarandona y Walls (O), C. 1741-7.
15. Significativamente, en Gómez, 1992, 338 y en Aramburu-Zabala y Alonso 1994, 157-8.
16. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 105-6. Los maestros locales, vecinos de El Burgo de Osma, eran Juan de Becerril, Pedro de Ribero, Diego Martínez, Hernando de Recamora, Jerónimo González y Gonzalo del Solar, maestros de carpintería.
17. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 105-6. 6ª pregunta del interrogatorio de los maestros de El Burgo, 1-10-1576.
18. ARChV, Pl. Civiles. Zarandona y Walls (O), C. 1741-7.
19. Nada dice, por ejemplo, Castillo de Bovadilla, en el largo capítulo dedicado a las obras públicas de su libro *Política para corregidores…* (Castillo, [1597], 1978, vol. 2, 70-88). Véase, también, Aramburu-Zabala, 2003.
20. No es de extrañar que la ciudad procurase evitar el pago de los prometidos, viéndose obligados los maestros titulares de los prometidos apelar a la Chancillería. Se vieron al menos dos procesos por ese motivo. Uno resultó favorable al carpintero Alonso Macías, que reclamó y obtuvo el pago de los 70 ducados concedidos de prometido; mientras el otro lo fue para Pedro de Ibarra, Miguel de Aguirre y Juan Negrete, a los que la justicia reconoció el pago de los 60 ducados que habían ganado de prometido. Ambos procesos, respectivamente, en ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8 y C. 299-3.
21. ARChV, Pl. Civiles, Fernando Alonso (F), C. 1212-4.
22. Alonso, 1922, 96; Bustamante, 1983, 233-5 y ARChV, Pleitos Civiles, Moreno, (F), C. 405-1. Últimamente, Samaniego, 2007, 587-590.
23. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8
24. Baja de maestre Martín de la Ordieta, de 6 de junio de 1539, por el puente de Albalá. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8
25. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8 y Castro, 2007, 300. Sobre estos canteros, Castro, 1998, 244-5. Sobre la imposibilidad de que maestros no trasmeranos o vascos pudieran obtener fianzas, con el resultado conocido del monopolio de la actividad constructiva por parte de estos, Vasallo, 1994, 107 y Alonso, 1992, 50-1.
26. AHPZa, Prot. 3893, 28-VI-1637, sf.
27. ARChV, Pl. Civiles. Eusebio Lapuerta (O), C. 299-8.
28. ARChV, Pleitos Civiles, Moreno, (F), C. 405-1.

Lista de referencias

Alonso, Begoña. 1994. *El arte de la cantería. Los maestros trasmeranos de la Junta de Voto,* Universidad de Cantabria, Bilbao.

Alonso, Begoña. 2012. «El maestro de obras catedralicio en Castilla a finales del siglo XV», *Anales de Historia del Arte*, 22: 225-243.

Aramburu-Zabala, Miguel Ángel. 2001. *Fraude y corrupción en la arquitectura del Siglo de Oro,* Universidad de Cantabria, Santander.

Aramburu-Zabala, Miguel Ángel. 2003. «Corregidores y arquitectura según Castillo de Bovadilla», en *Memoria Artis. Studia in memoriam María Dolores Vila Jato*, Xunta de Galicia, T. I, La Coruña: 185-199.

Aramburu-Zabala, Miguel Ángel y ALONSO, Begoña. 1994. *Santander: un puerto del Renacimiento,* Caja Cantabria, Puerto de Santander.

Arias, Manuel. 2011. *Alonso Berruguete. Prometeo de la escultura,* Diputación de Palencia, Palencia.

Cámara, Carmen. 1993. «Arquitectura clasicista en Castilla. En torno a la figura del trasmerano Pedro de la Torre Bueras y sus obras de carácter religioso», en *Juan de Herrera y su influencia*, Universidad de Cantabria, Santander: 251-259.

Cámara, C. y M.J. Zarzuelo, 1990. «Pedro de la Torre Bueras, arquitecto y escultor trasmerano residente en Burgos. Datos biográficos y testamento», *Cuadernos de Trasmiera,* II: 101-117.

Cano de Gardoqui, J.L. 1994. *La construcción del Monasterio de El Escorial,* Universidad de Valladolid, Valladolid.

Castillo de Bovadilla, Jerónimo. 1978 [1597]. *Política para regidores y señores de vassallos en tiempo de paz y de guerra. Y para juezes eclesiaásticos y seglares, y de sacas aduanas y de residencias y sus oficiales: y para regidores, abogados y del valor de los Corregimientos y Goviernos realengos y de las Órdenes,* Madrid, vol. 2.

Castro, Ana. 1998. «Canteros vascos en el primer Renacimiento salmantino», *Ondare*, 17: 231-247.

Gómez, Javier. 1994. «Maestría versus destajo en la Catedral de Salamanca (1530-1535)», en *Medievalismo y Neomedievalismo en la arquitectura española: las Catedrales de Castilla y León I*, Fundación Cultural Santa Teresa, Ávila: 249-255.

Gómez, Javier. 1992. «Obras en San Benito el Viejo de Valladolid y San Zoilo de Carrión (1583-1594): buenas y malas artes en el foco clasicista», *BSAA*, LVIII: 333-348.

González, M.C.; M.A. Aramburu-Zabala; B. Alonso y J. Polo. 1991. *Artistas cántabros de la Edad Moderna,* Institución Mazarrasa y Universidad de Cantabria, Santander.

González, Ignacio. 1998. *Felipe II, los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Madrid.

Hoag, John D. 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del siglo XVI,* Xarait Ediciones, Madrid.

Ibáñez, Alberto. 1989. «El maestro de cantería Juan de la Puente: obras burgalesas», *BSAA,* LV: 307-322

Ibáñez, Alberto. 1991. «Algunas obras burgalesas del escultor Juan de Esparza», *BSAA,* LVII: 341-352.

Losada, Celestina. 2007. *La arquitectura en el otoño del Renacimiento. Juan de Naveda (1590-1638),* Universidad de Cantabria, Santander.

Marías, Fernando. 1989. *El largo siglo XVI,* Taurus, Madrid.

Morais, Emilio. 2005. «El castillo de León. Breve historia de un valor patrimonial», *De Arte,* 4: 135-160.

Samaniego, Santiago. 2007. «Aportaciones a la historia constructiva de la iglesia de Santa María de los Caballeros en Fuentelapeña durante los siglos XVI y XVII», en *Segundo Congreso de Historia de Zamora*, t. 2, Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo, Zamora: 587-604.

Vasallo, Luis. 1994. *Arquitectura en Toro (1500-1650),* Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo, Salamanca.

Vasallo, Luis. 2012. *Juan de Anchieta, aprendiz y oficial de escultura en Castilla*, Universidad de Valladolid, Salamanca.

Vasallo, Luis, y Pérez, Sergio. 2011. «Rodrigo Gil de Hontañón en Valladolid. La iglesia de la mota del marqués para Constantino del Castillo y otras obras», *BSAA Arte,* 77: 39-62.

Aparejos mixtos en el primitivo conjunto de San Jerónimo en La Antigua Guatemala

Fernando Vela Cossío

El empleo del aparejo mixto, de presencia muy señalada en la construcción hispano-romana, es una constante en buena parte de la arquitectura medieval de la Península Ibérica, muy especialmente en la de tradición mudéjar. Su uso constante en la arquitectura española de la Edad Moderna es bien conocido, así como su paso al Nuevo Mundo desde finales del siglo XV. Las referencias al desarrollo de las tradiciones constructivas mudéjares en la arquitectura hispanoamericana son muy abundantes, pero se han circunscrito muchas veces al estudio de la carpintería de armar (López Guzmán *et al*, 1992), un episodio excepcional por su extensión y calidad en nuestra historia de la construcción. Sin embargo, lo cierto es que el trabajo de los alarifes castellanos en distintas localizaciones de las Antillas y de América Central manifiesta también una firme continuidad en la utilización de las fábricas de aparejo mixto de filiación mudéjar. Podríamos destacar algunos casos extraordinarios, como el del Hospital de San Nicolás en Santo Domingo (1533-1552), en el que se han conservado los restos de los grandes paños de tapias y aparejo de tipo toledano de la construcción original. Y también pueden verse algunos ejemplos en yacimientos arqueológicos muy importantes como Panamá Viejo, el lugar del emplazamiento primitivo de la primera fundación española de la ciudad (1519) destruido y abandonado con motivo del gran asedio de Henry Morgan de 1671.

En la ciudad de Santiago de los Caballeros de Guatemala (hoy Antigua Guatemala), uno de los centros urbanos más importantes de la América colonial española, se ha conservado probablemente el mayor y más destacado conjunto de casos, tipos y soluciones constructivas de esta clase de aparejos mixtos al que queremos hacer referencia en este trabajo. La variedad, calidad e interés de los muchos ejemplos que podemos encontrar repartidos en su extenso conjunto histórico, justificarían sobradamente el estudio sistemático y la catalogación rigurosa de los mismos, trabajo que, a día de hoy, sólo se ha desarrollado parcialmente.

La fundación de la ciudad de Santiago de los Caballeros

Concluida la conquista de México por Hernán Cortés, los españoles emprendieron de inmediato la de Centroamérica. La llevó a cabo Pedro de Alvarado (1485-1541), que participó en las conquistas de Cuba y México y que había formado parte de las primeras expediciones de exploración de las costas de Yucatán. Alvarado llegó a Guatemala a comienzos de 1524 al mando de ciento veinte soldados de caballería, trescientos infantes y un nutrido grupo de indios tlaxcaltecas, indígenas de lengua Náhuatl aliados de los españoles. Los conquistadores establecieron su primera capital en el altiplano occidental de Guatemala, en la ciudad de Iximché, trasladándola en 1527 a un nuevo emplazamiento situado más al sudeste, en el valle de Almolonga, en la falda del Volcán de

Agua. Aquí permaneció hasta su completa destrucción por un alud de lodo producido por las lluvias torrenciales de la noche del 10 de septiembre de 1541, catástrofe que también costó la vida a la gobernadora Beatriz de la Cueva, viuda de Alvarado. La población que hoy se levanta sobre los restos del primer emplazamiento de los castellanos ha conservado el nombre de Ciudad Vieja.

Destruida la ciudad, el obispo Francisco Marroquín (1499-1563) y Francisco de la Cueva, nombrados gobernadores provisionales, comenzarían a asignar sitios en la nueva capital a principios de diciembre de 1541. La traza de la ciudad, que conservaría el nombre de Santiago de los Caballeros, se extiende en una perfecta cuadrícula sobre el valle del Panchoy, a 1.500 metros de altitud. Y será aquí, aunque castigada periódicamente por importantes terremotos y otros desastres, donde se desarrollará una ciudad floreciente y muy hermosa, que quizá pudo llegar a albergar en sus momentos de mayor esplendor, en el siglo XVIII, a cerca de treinta mil habitantes (Annis, 1968: 7). En ella se establecería la Real Audiencia de Guatemala (1543) y la Capitanía General de Centroamérica hasta su forzoso y accidentado traslado a la Nueva Guatemala de la Asunción en el año 1776 a instancias del Capitán General Martín de Mayorga y por orden del rey Carlos III.

La ciudad padeció a lo largo de su historia un número verdaderamente extraordinario de catástrofes, como las grandes inundaciones de 1566 o las más de cincuenta erupciones del Volcán de Fuego entre comienzos del siglo XVI y finales del XIX. Pero la historia de La Antigua Guatemala estuvo condicionada, sobre todo, por los terremotos, que fueron constantes y devastadores. El del 23 de diciembre de 1586 hizo, al parecer, grandes estragos. Muy grave debió ser el del 18 de febrero de 1651. Y el terremoto de San Miguel, sucedido el 29 de septiembre de 1717, dejó a la ciudad tan seriamente dañada que se consideró su traslado a otro lugar. Los terribles efectos de los terremotos de Santa Marta, una sucesión de varios sismos en la segunda mitad del año 1773, llevaron finalmente al Capitán General a solicitar al Rey el traslado de la capital en 1775.

La historia de La Antigua es, por ello, el resumen de un complejo proceso de construcciones, destrucciones y reconstrucciones. El patrimonio arquitectónico de la ciudad, declarada Monumento Nacional de Guatemala en 1944 y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1979, nos ha dejado fiel testimonio de las técnicas, procedimientos y materiales con los que, en el transcurso de los casi doscientos cincuenta años que median entre su fundación y su abandono, la ciudad se pudo convertir en uno de los conjuntos urbanos más importantes de toda la América española. Sus monumentales edificios civiles (entre los que se encuentran el Palacio de los Capitanes Generales, la Casa de la Moneda, la Real Aduana o el Cabildo), la Universidad de San Carlos, media docena de antiguos colegios, una docena de monasterios, cinco conventos, una veintena de iglesias y ermitas, vía crucis, fuentes, así como los innumerables conjuntos residenciales y elementos singulares (portadas, ventanas, rejas, etc.) que conserva la ciudad de su glorioso pasado colonial, constituyen un patrimonio urbano y arquitectónico verdaderamente excepcional en el que la dimensión histórico-constructiva se despliega sobre una multitud de aspectos de gran interés, como el de los materiales y técnicas de construcción (Ceballos, 2008), los propios efectos destructivos de los terremotos sobre las fábricas o el ensayo y la puesta en práctica de técnicas de construcción anti-sísmicas.

Las ruinas de San Jerónimo

Entre los conjuntos históricos más interesantes que en La Antigua pueden visitarse se encuentran las ruinas de la antigua ermita de San Jerónimo. En este lugar, junto a la primitiva iglesia, construyeron los mercedarios entre 1739 y 1757 un colegio. Pare ello, levantaron un edificio de dos plantas y un claustro, que se han conservado parcialmente.

El conjunto fue convertido en Real Aduana en 1765, bajo proyecto del ingeniero Luis Diez de Navarro. Nacido en Málaga en 1699, Diez de Navarro había ingresado en el cuerpo de ingenieros en 1720, trabajando en la década siguiente en la ciudadela de Barcelona y en las fortificaciones de Cádiz. Debió llegar a Santiago de los Caballeros en el año 1742 (Olvera y Reyes, 2004: 48), después de una década de trabajo en la Nueva España, donde estuvo destinado en las obras de reparación del puerto de Veracruz, de las que se ocupó entre 1736 y 1740. Es el autor del diseño de la Casa de la Moneda de Ciudad de México y de la Iglesia de Santa Brígida de Veracruz. En La Antigua Guatemala trabajó, además de en la

Real Aduana, en la rehabilitación del Palacio de los Capitanes Generales desde 1755 y durante la década de 1760, según recogen Diego Angulo Íñiguez (1933-1939) y Verle L. Annis (1968: 31). Recuerda Annis (1968: 36) que Diez de Navarro se opuso a la adecuación de un lugar tan apartado del centro urbano, proponiendo la búsqueda de un espacio más céntrico en el que, además, la misma guardia pudiera servir a la Caja Real, a la Casa de la Moneda y al Estanco de Tabaco. Más tarde, cuando se produce la expulsión de los jesuitas (1767), se plantearía que su colegio (donde se ubica hoy el espléndido centro de formación de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) pudiese ser destinado a aduana y estanco de tabaco, reservándose el solar de San Jerónimo para levantar un nuevo cuartel de dragones. Sin embargo, como el rey no permitió el destino de los edificios de los jesuitas con fines utilitarios, la Real Aduana se concluyó finalmente en 1769 en el lugar previsto inicialmente, en san Jerónimo, habilitándose una parte como cuartel.

En este conjunto hemos tenido la oportunidad de estudiar varios tipos de aparejos mixtos de gran interés, entre los que se encuentran algunos de los más antiguos de La Antigua. Es el caso de la fachada de la primitiva ermita de San Jerónimo (figura 1), situada en el extremo occidental del conjunto y datada en los siglos XVI-XVII, que ha conservado al interior un paño de aparejo mixto. Este aparejo es de mampostería con mortero de cal, encintada con una triple verdugada de ladrillo en la que las piezas se colocan alternativamente a soga y a tizón (figura 2). La iglesia de San Jerónimo ha sido estudiada con metodología arqueológica (Cruz Caballeros y Ramírez, 2009), proponiéndose para la misma una secuencia cronológica que distingue cuatro etapas: 1) construcción de la ermita de San Jerónimo (siglo XVI); 2) obras de ampliación del templo; 3) ampliación de la misma con la construcción de la capilla de Jesús Nazareno (siglo XVII), para una cofradía que aparece citada en textos del año 1675; y 4) construcción de la sacristía adosada a la capilla de Jesús Nazareno (siglo XVII). El aparejo del muro occidental del templo constituiría, por tanto, un ejemplo relativamente singular por su temprana cronología.

En el área oriental del conjunto se han conservado restos muy importantes del colegio mercedario así como de su claustro, embellecido, como se acostumbra en La Antigua, por una gran fuente monumental (figura 3). En las crujías orientales se pueden apreciar



Figura 1
Interior de la fachada de la ermita de San Jerónimo. Imagen del autor



Figura 2
Detalle del aparejo de la ermita de San Jerónimo. Imagen del autor



Figura 3
Restos del claustro del colegio mercedario. En primer término, la fuente. Imagen del autor



Figura 5
Detalle del machón. Imagen del autor

los muros levantados en las décadas centrales del siglo XVIII. Se trata de grandes tapias de tierra cruda reforzadas con machones. Aquí, el elemento que singulariza la construcción histórica es la ejecución de estos machones con un aparejo mixto de mampostería de piedra y verdugadas de ladrillo (figura 4), en lugar de un aparejo de ladrillo, como resulta tan frecuente en la Península Ibérica. Es de hacer notar que en esta parte del conjunto el ladrillo se emplea, además, para regularizar las hiladas de los cajones de tapial. Las piezas de ladrillo son de 32 x 16 x 4 cm, y las hiladas de la mampostería, con las piezas concertadas en disposición vertical, alcanzan los 30 cm de altura (figura 5).

El último aparejo sobre el que queremos detenernos se encuentra en el lado norte del conjunto, donde se disponen algunas de las crujías de la construcción de la segunda mitad del siglo XVIII, la que corresponde a las obras de adecuación del colegio a las funciones de Real Aduana y cuartel. En el límite septentrional del edificio podemos ver muros de mampostería encintada con una verdugada simple de ladrillo colocado a soga (figura 6). En este caso hay que destacar, además, que se han conservado los revestimientos interiores originales, resueltos mediante la aplicación de un revoco de cal de muy buena calidad con pintura de almagre (figura 7). Esta parte del



Figura 4
Tapial con machones de aparejo mixto. Imagen del autor



Figura 6
Mampostería encintada en el muro norte. Imagen del autor

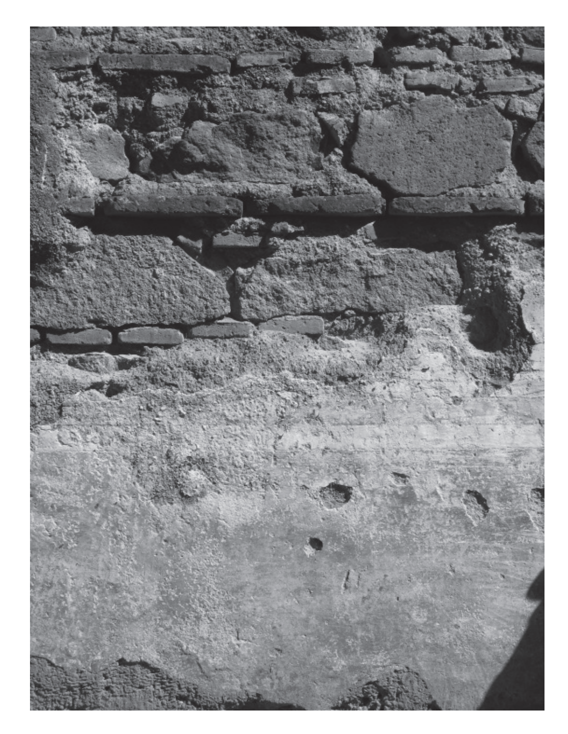


Figura 7
Detalle. Imagen del autor

edificio se conservaba en pie hasta el terremoto de 1976, lo que explicaría la excelente conservación de estos revestimientos.

Las razones que pueden explicar el empleo tan extendido de esta clase de aparejos mixtos en La Antigua Guatemala hay que buscarlas, sobre todo, en la propia disponibilidad de los materiales de construcción. La piedra procedente del valle del Panchoy es un material duro y muy quebradizo, que no permite ser extraído en grandes bloques y es de muy difícil talla (Annis, 1968: 22), lo que habría obligado a emplearlo en esta clase de fábricas de mampostería, regularizadas con el uso de las verdugadas de ladrillo de tejar, reservándose el uso de la sillería labrada, más escasa y valiosa, para las fachadas y elementos singulares de los edificios monumentales. De hecho, no es infrecuente encontrar muros de carga de aparejo mixto revestidos posteriormente con piedra labrada, una técnica que comienza a emplearse en Santiago de los Caballeros en el segundo cuarto del siglo XVIII y de la que tenemos un ejemplo excelente en la iglesia del convento de las Capuchinas, una obra de Diego de Porres (1677-1741) construida en 1731. El nombre de este maestro mayor, hijo del también alarife José de Porres, se asocia precisamente en la arquitectura de La Antigua al empleo de la piedra blanda para revestimientos (Annis, 1968: 174).

Lista de referencias

Angulo Íñiguez, Diego. 1933–1939. *Planos de monumentos arquitectónicos de América y Filipinas existentes en el Archivo de Indias*. Sevilla: Laboratorio de Arte de la Universidad de Sevilla.

Annis, Verle Lincoln. 1968. *La arquitectura de La Antigua Guatemala 1543–1773.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ceballos, Mario. 2008. *Análisis de la arquitectura colonial de Guatemala.* Guatemala: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad San Carlos de Guatemala.

Cruz Caballeros, Ana Betzabé y Juan Carlos Ramírez Ramírez. 2009. *Proyecto de restauración y habilitación del conjunto arquitectónico de San Jerónimo. La Antigua Guatemala*. Nueva Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Tesis de maestría dirigida por Karim Lucsett Chew.

López Guzmán, Rafael, Lázaro Gila Medina, Ignacio Henares Cuéllar y Guillermo Tovar de Teresa. 1992. *Arquitectura y carpintería mudéjar en Nueva España*. México: Grupo Azabache. Colección Arte Novohispano.

Olvera Calvo, María del Carmen y Ana Eugenia Reyes y Cabañas. 2004. «El gremio y la cofradía de los canteros de la Ciudad de México». *Boletín de Monumentos Históricos INAH*, núm. 2, págs. 43-57.

El sistema abaluartado en América

Mynerva Modesta Velazco Gómez

Las formas novedosas de la fortificación abaluartada y con gran influencia italiana, fueron los modelos y fuente de inspiración para las trazas de los sistemas de fortificación construidos en Hispanoamérica y el Caribe. Las razones son obvias, ya que los Ingenieros de Rey con una destacada acción en esta aventura del Primer Plan Defensivo del Caribe e Hispanoamérica, durante el reinado de Felipe II, en su mayoría, eran de origen italiano. Entre ellos y con una marcada actuación se encontraban: Tiburcio Sppannocchi, Giovanni Battista Calvi, El Fratin, los hermanos Antonelli, (Gazparini, 2007) amén de otras personalidades.

Como se ha venido afirmando,fue esta generación de ingenieros y arquitectos italianos la que dio inicio al Primer Proyecto de Fortificación en Hispanoamérica y, posteriormente se sumaron los ingenieros españoles. He aquí como se fue formando esa gran asociación técnica-científica y militar que a finales del siglo XVI y en los albores del siglo XVII concretó la creación del Cuerpo de Ingenieros, (Carrillo de Albornoz, 1996) de la Corona Española y que a lo largo de los siglos XVI, XVII y XVII ejercieron una influencia profunda en las formas de construir defensiva en el Nuevo Mundo.

La motivación para la creación de esta nueva fortificación fue la acción ofensiva de los nuevos cañones contra las estructuras defensivas y la facilidad de su aproximación a las murallas. Estas acciones pusieron en evidencia las zonas de máxima debilidad, y en algunos casos, prácticamente indefendibles de fortificación medieval; una de ellas fue la gran debilidad ante el acercamiento de la nueva artillería, como consecuencia de los antiguos matacanes. Todas estas circunstancias obligó a la búsqueda de soluciones y, una decisión trajo la otra,como fue la búsquedade soluciones con el uso de los terraplenes con un gran ensanchamiento.

Las nuevas geografías y sus paisajes fueron motivos para la inspiración y se personalizó cada construcción, de ahí que, cada enclave defensivo es poseedor de una singularidad constructiva en si, por ejemplo: Campeche y Veracruz fueron cerradas con murallas en la forma de redientes y baluartes, con sus puertas uniendo los caminos principales, conducentes al interior y a los suburbios, formándose recintos cerrados.

Otros ejemplos de otras modalidades fue la de apoyar la fortificación con fortines, baterías y reductos con el objetivo de cruzar sus fuegos e interceptar debidamente al enemigo.Estasformas las encontramos en Cartagena de Indias, en Colombia, también, en la Habana y en Santiago, en Cuba, o en el Camino de los Españoles en el Parque del Ávila, que unía a La Guaira a Caracas, en Venezuela, allí encontramos el Castillo San Carlos; igualmente el Castillo de San Carlos Borromeo de Pampatar en la isla de Margarita, en el Castillo de Santa María de la Cabeza de Cumaná, en el Castillo San Carlos de la Barra del Lago de Maracaibo. También, en San Juan Puerto Rico, en mismo San Agustín en Estados Unidos la encontramos en el Castillo de San Marcos, igualmente en Panamá, Perú, Chile y Filipinas. (Calderón, 1996)

Componentes arquitectónicos y espaciales del sistema abaluartado

Hoy día, esta fortificación abaluartada,que fue construida en la península Ibérica y luego transportada a Hispanoamérica, al Caribe e incluso a Filipinas, es el Patrimonio Histórico Cultural, generado por la Carrera de Indias y su comercio transoceánico y global del Imperio Español, durante tres siglos. Su singularidad y notoriedad e interesante, ocasionada por la diversidad de sus componentes, y como tal analizamos sus aportes como la generadora de novedosos componentes arquitectónicos y espaciales que la dotaron de ese carácter particular. Y, que igualmente y en tiempo paralelo, cuenta una historia transformadora, ya que fue modificando las pretéritas fortificaciones medievales para lograr una mejor adecuación del uso defensivo. Entre estos primeros pasos destacan: la imagen de la planta de la fortificación abaluartada, determinado por las formas del perímetro de sus glacis, cuya característica principal fue la de los polígonos estrellados.

En el concepto generador de sus trazasmuestran, el cómo estas fortificaciones se construyeron, tomando como premisa principal la referencia del polígono interior, mostrados en lafigura 1, de los grabados de Pietro di Giacomo Cataneo (Cataneo,1554). El polígono en cuestión, refiere una multiplicidad de formas que van desde el triángulo, el cuadrado, el pentágono y otros polígonos de mayor numero de lados, de ahí sus diversas formas de estrella, las cuales, en su construcción por muros bajos pero de gran grosor y salientes en ángulos, cumplen con el objetivo de poder resistir y, al mismo tiempo permitir apuntar los cañones defensivos en diagonal hacia las líneas enemigas.

El ingeniero militar Sebastián Fernández de Medrano (Fernández de Medrano, 1701) hace una exposición sobre el origen y definición de la arquitectura de la fortificación abaluartada y su construcción, y la Dra. Sara Sanz Molina, en su tesis; (Sanz Molina,2002) define claramente las dos posiciones del citado polígono: la del Trazado del polígono interior al exterior y la del Trazado del polígono exterior al interior.

Siguiendo la evolución arquitectónica de los elementos constructivos de los castillos medievales, observamos la inclusión de los nuevos elementos arquitectónicos-espaciales, y trataremos de hacer referencia a ellos en forma sucinta, en una dinámica de análisis constructivo de los mismos, según lo transmitido por los tratadistas, ingenieros y constructores del Renacimiento y la Edad Moderna.

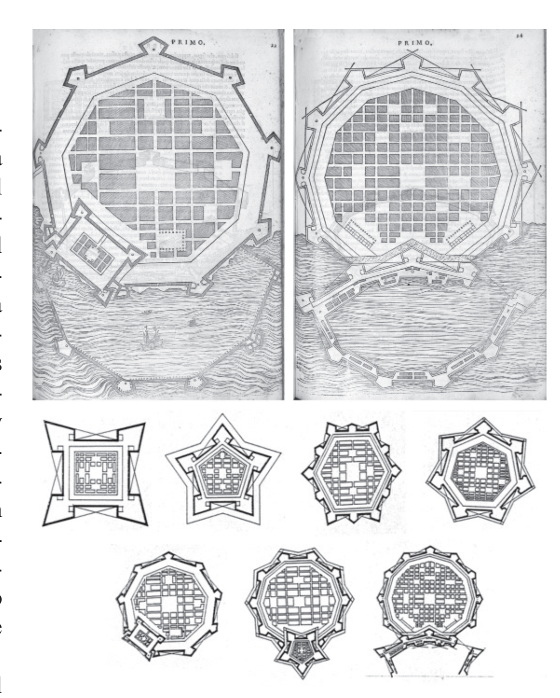


Figura 1
Los polígonos estrellados de Pietro di Giacomo Cataneo, expresado en sus grabados, en su obra *I Quattro Libri di Architettura Primi, 1554*

En el siglo XVI y en pleno desarrollo de la fortificación abaluartada los elementos fundamentales de la citadaarquitectura fueron: la plaza de armas, los baluartes, las cortinas, los revellines, el foso, el camino cubierto, los glacis y las garitas. Para una mejor comprensiónconsultamos la descriptiva de las plantas y secciones arquitectónicas más comunes de estas fortificaciones y su análisis denota que, en el recinto fortificado existe una prevalencia conceptual sobre el acoplamiento del concepto defensivo-militar al espacio, logrando de esa forma que, esta tipología defensiva, ejerciera su supremacía sobre el entorno a través de una perfecta adecuación al espacio geográfico, el cual y en este caso debía ser destacado y privilegiado; siguiendo los principios del arte de la arquitectura militar para aumentar y mejorar visiblemente su capacidad defensiva-ofensiva.

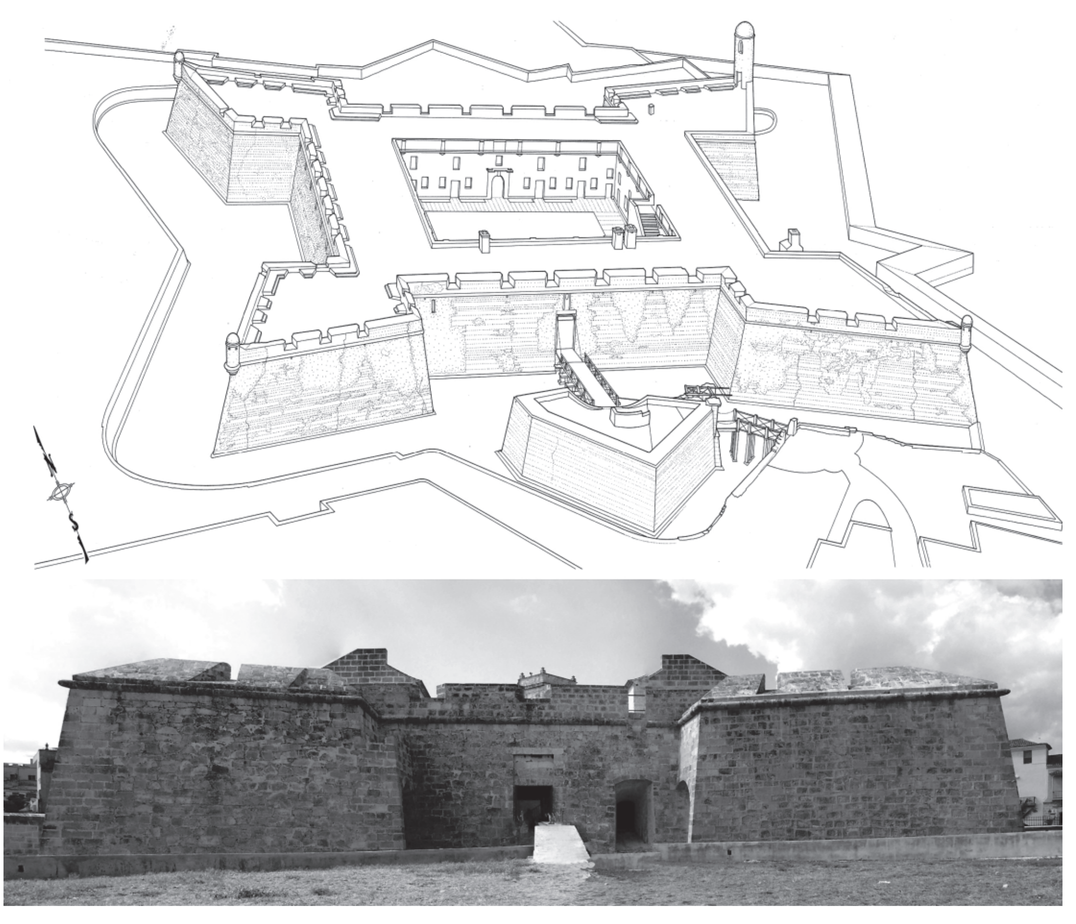


Figura 2
El frente abaluartado y el ángulo flanqueado: Plano isométrico del Castillo San Marcos, en San Agustín y frente abaluartado del Castillo La Fuerza, en La Habana – Cuba (Plano isométrico del Castillo San Marcos.Historic American Buildings Survey. U.S. Department of the Interior. National Park Service. Branch of Plans and Design / Fotografía: trabajo propio)

Las principales obras de la fortificación abaluartada

El concepto arquitectónico básico de la fortificación abaluartadalo constituyó su compleja trama de construcciones defensivas, cuya traza siguió los principios geométricos para el flanqueo, con el objetivo principal de conducir el paso de las fuerzas enemigas, por lugares estratégicamente y perfectamente batidos por la artillería de la plaza.

Como ya se ha descrito, el fundamento del diseño fue el sistema de traza en estrella, en cuyo diseño geométrico, tanto las cortinas o lienzos de las murallas comolas formas poligonales de los baluartes se fueron uniendo, consecutivamente, originando una línea poligonal comprendida entre los vértices de dos baluartes sucesivos, formando de esa forma un frente abaluartado, el cual unido a otro fue recreando un conjunto de dos o más frentes abaluartados sucesivos hasta cerrar la planta poligonal estrellada tan característica de la fortificación abaluartada. Para una mejor ilustración ver la figura 2.

Este concepto definió el trazado de toda la fortificación, cuya clave estuvo en la disposición de los flan-

cos que permitía descubrir desde cualquier posición, la escarpa de la mitad de las cortinas, el flanco y la cara del baluarte opuesto, el foso, el camino cubierto y otros obstáculos. Todos y en conjunto impedían en gran medida, el impacto directo de la artillería de sitio y la incursión de la caballería e infantería de asalto. Esta disposición defensiva es la que se conoce como al ángulo flanqueado (Lucuze, 1772), la cual funcionó como un sistema defensivo, dispuesto de tal forma ventajosa, que dificultó el acceso a la plaza asediada.

Los baluartes y las cortinas

El baluarte fue el elemento constructivo que definió al sistema de fortificación abaluartada, el cual sustituyó a las torres medievales,convirtiéndose en el elemento esencial de la fortificación abaluartada, como tal.Loscomienzos los encontramos durante el Renacimiento, siendo esta una primera respuesta tímida a la artillería pirobalística; pero su aparición, ya como concepto arquitectónico defensivo a plenitud y de gran significación se efectuó en el período de transición a la Edad Moderna, logrando su afianzamiento a lo largo de los siglos XVI al XVIII.

Como ya se ha esbozado anteriormente, el baluarte y su conformación arquitectónica fue definida por el diseño de un elemento pentagonal, conformada por dos caras, dos flancos y la línea de gola por la cual se entra al bastión.Otra característica es su posición en el sistema, ya que este sale de la muralla para el flanqueo de la misma; evitando así las zonas muertas y de fácil ataque. Estos dos lados se construyeron de forma tal que, entre ellos se definíael ángulo flanqueado, (Lucuze, 1772) el cual unido a los lados o cortinas del polígono se fueron trabando y de esa forma fueron definiendo el citado sistema, en donde cada baluarte defendía a los baluartes contiguos y, el mismo a su vez era defendido por ellos, siendo esta definición el principio fundamental de la defensa del sistema abaluartado.

En este sistema de fortificación, tanto la fuerza como la resistencia al asedio se encontraban en una unidad de síntesis defensiva, identificado como el frente abaluartado. El cual y en síntesis está conformado por dos baluartes y la cortina de enlace, siendo esta unidad de defensa la generatriz de la totalidad de la fortificación. Pero, estos elementos están sustentados por la muralla principal, llamada terraplén, en

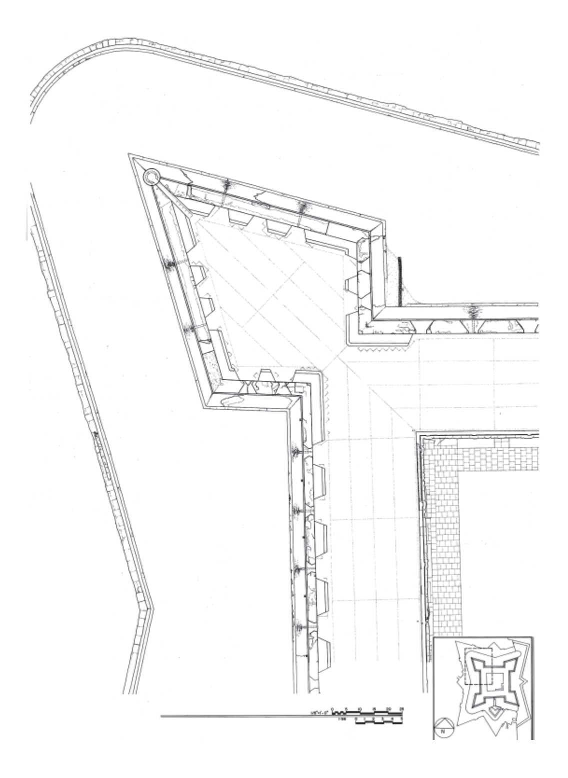


Figura 3
Baluarte del Castillo San Marcos, San Agustín, Florida State: Las dimensiones y ángulos de los baluartes, y la distancia entre ellos, estaban regulados por la necesidad de cu-

cuya parte superior se forma un espacio, en donde se recrea la plataforma de maniobras, tanto para la infantería como para la artillería y se corresponde al adarve de los castillos medievales.

En el baluarte se puede apreciar la descripción anterior, específicamente la conformación del mismo por ángulos salientes, los cuales definen claramente la acción del vértice abierto hacia la campaña, mientras que sus lados o flancos, los cuales terminan en la cortina, cierran hacia la retaguardia, creando entre ellos una plataforma pentagonal, en donde se asentaba la artillería de la defensa a la barbeta, ver la figura 3.

Entre los siglos XVI al XVIII, hubo una transformación de la traza de los ángulos de flanco y los ángulos flanqueados y con ellos las longitudes de los lados de los baluartes o flancos y los de las cortinas. Esta evolución se dio para dar las respuestas necesarias a la función del alcance de los tiros de los caño-

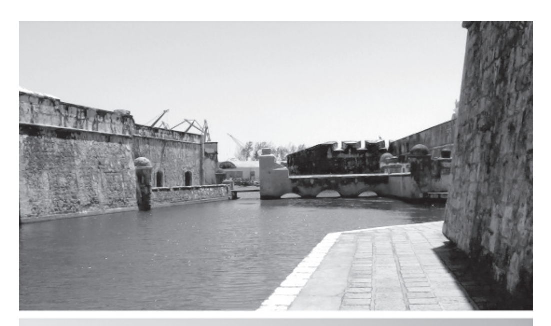




Figura 4
El foso: hay dos modalidades de fosos, el foso seco y el foso con agua. Estaba limitado por dos superficies, conocidas como la escarpa que corresponde a la parte interior, que forma parte de la cortina y/o de la cara del baluarte y la contraescarpa que corresponde a la parte exterior (Fotografía: trabajo propio)

nes, los cuales crecieron en tamaño yaumentaron el poder de alcance de los mosquetes; igual situación sufrieron los fusiles y las armas individuales. De ahí que observemos una gran variación de las formas y dimensiones de las fortificaciones abaluartadas.

El flanco, además de ser la línea que une el extremo de la cara del baluarte con la cortina, también y en conjunto con las caras del baluarte, son los elementos expuestas al enemigo y, con la presencia de otros elementos facilitadores en el propósito de la defensa y el flanqueo, como: las cañoneras, los merlones, las banquetas de tiro y el antepecho, lograron el propósito defensivo, actuando como un conjunto y siendo esta la parte principal de la fortaleza.

Otro concepto aplicado a este sistema fue el ocultamiento de estas murallas configuradas por los baluartes y las cortinas; para ello se procedió a crecer hacia el subsuelo, mediante la excavación de amplios y profundos fosos. De esa forma, la escarpa de la muralla o revestimiento externo del muro quedó negado a la vista del enemigo y en consecuencia de los disparos directos de la artillería.

La cortina o muro recto y escarpado que une a dos baluartes de ahí su importancia como elemento de unión del frente de plaza. El cuerpo de la misma está compuesto de los siguientes elementos constructivos:

a) La escarpa de la cortina: o frente externo de la cortina.
b) El parapeto: el cual prolongaba la escarpa y servía para proteger la artillería.
c) El terraplén: construido de tierra apisonada y recubierto por el piso del adarve, en el se colocaba la artillería y facilitaba el movimiento de las tropas.

La contramuralla: tenía como fin terminar de encajonar el terraplén por la parte interior de la plaza.

Ya, en el frente abaluartado también existen otros elementos que, en conjunto formaron un sistema defensivo complejo y estos son:

a) Las cañoneras: (Lucuze, 1772) o aberturas con derrames horizontales y verticales, dispuestas en el *parapeto*, a través de ellas asomaban las bocas de loscañones, para apuntar los objetivos enemigos en la base de la muralla, el foso, el glacis y las obras de defensa contiguas.
b) Los merlones: (Lucuze, 1772) son la evolución de las almenas de la fortificación medieval; conformados por los tramos de *parapeto* que hay entre las cañoneras, en su parte interior se disponían las banquetas de tiro.
c) Las banquetas de tiro: (Lucuze, 1772) era una obra de mampostería a modo de banco, en ellas, los soldados podían subir y apoyarse para disparar sus armas de fuego individuales contra el enemigo.
d) El antepecho: o parapeto
e) La rodilla: (Lucuze, 1772) o antepecho rebajado o intradós del parapeto, al cual, se acerca la cureña de la pieza de artillería que se asoma a la cañonera.





Figura 5
Los merlones y las cañoneras (fotografías: trabajo)

f) El camino de ronda o adarve: (Lucuze, 1772) muy estrecho en el castillo medieval tuvo una ampliación en la fortificación abaluartada para permitir el espacio necesario, requerido en las evoluciones de los cañones y el traslado de la guarnición en su acción defensiva del lugar, en forma rápida. El mismo estaba protegido por el *parapeto artillero* de cualquier ataque o vista exterior.
g) El cordón: (Lucuze, 1772) o moldura de cierto grosor queremata la parte inclinada de la escarpa, limitando la obras exteriores de las interiores en la cortina o muro, definiendo los espacios por encima en donde se asientan los parapetos y delimitando los de la escarpa propiamente dicha, de ahí que se le considere como la *línea magistral* de la traza iconográfica de la fortificación.
h) La barbeta: (Lucuze, 1772)o plataforma más levantada, servía para que los cañones al disparar no causara daños al parapeto. Estaba dispuesta en la punta de los baluartes y su objetivo era disparar por encima del parapeto, aprovechando su amplio ángulo de disparo para alcanzar a los atacantes ubicados más allá del *glacis* o en un frente de cara al mar, de esa forma, gozaba de gran libertad la direccionalidad de los disparos.
i) Las poternas: (Lucuze, 1772) o puertas secundarias, estaban ubicadas bajo las cortinas o murallas y permitían la comunicación al interior del enclave fortificado con los fosos, de esa forma se podía distribuir el envío de las fuerzas defensivas a los diferentes puntos, cada vez que fuese necesario para hacer los relevos correspondientes.

Las garitas y los garitones

Son las garitas y los garitones los elementos constructivos que enfatizan la singularidad del conjunto fortificado, (Lucuze, 1772) sus formas arquitectónicas produce efectos impactantes, en el aspecto físico de la obra, ya que su sola silueta proyectada en el horizonte del paisaje las hace reconocibles; sus molduras y formas subliman los cambios de luz, las sombras y las contraluces, regalando al observante, las exquisitas imágenes que sirven de inspiracióna fotógrafos y pintores o inspiran prosas poéticas de quienes las describen o narran leyendas urbanas.

Colgadas en los muros como elementos de vigilancia y resguardo para los centinelas, se colocaron en todos los vértices de los baluartes; donde custodiados por hombres de milicia, (González de Medina Barba, 1599) que en ellas vieron transcurrir las horas del tiempo y con ellas sus cuitas y aventuras, las cuales quedaron plasmadas en mitologías y cuentos de caminos. Desgraciadamente, en muchas de las fortificaciones se han perdido estas garitas conservándose solo algunos pies de lámpara; o ménsulas sobre las que se asentaban.

Los citados apoyos son elementos de compleja belleza arquitectónica, dotándolas de esa singularidad e identidad específica, ya estén estas colgadas o en voladizo, sobre canes o ménsulas, o sobre los destacados *cul-de-lampe* muy característico de la Edad Moderna.





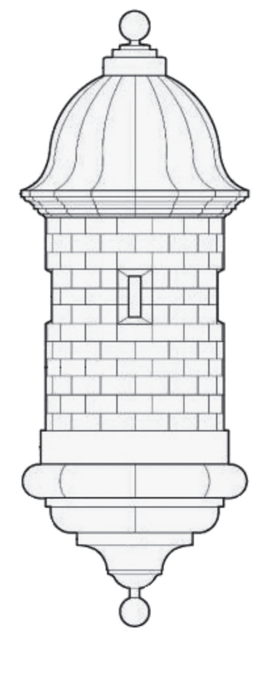


Figura 6
Las garitas y los garitones (Foto del autor)

Otra de las cualidades muy destacadas son los remates superiores del conjunto de la garita. Sus diversas formas que van desde la sencillez de la media naranja hasta las formas piramidales; realzados por remates en formas de piña, de bolas, bellotas o de pirámides o de otras figuras clásicas y complejas, creando efectos que convocan a la valoración y a ver su singularidad, convirtiéndose en un elemento identitario, propio de la Fortificación abaluartada.

Según los usos espaciales y/o las épocas, las hay de planta cuadrada, rectangular, pentagonal y hexagonal, pero las que más proliferan son las de planta circular, levantándose con gran esbeltez y aun las achaparradas no pierden la belleza. Se puede decir que, las garitas son la reminiscencia de los antiguos matacanes, ya sean de piedra labrada, o de mampostería o de ladrillo; se comportan como los elementos definitorios y ponen la nota de identidad de cada fortificación abaluartada, permitiendo de esa forma que, a través de ellas se reconozca cada enclave fortificado.

Conclusiones

En el marco de lasconclusiones, podemos decir que:

a. Este Patrimonio Histórico edificado, cuyos orígenes se deben al objetivo de proteger a la Carrera de Indias a su comercio transoceánico y global del Imperio Español, durante tres siglos essingular, notorio e interesante por la diversidad de sus componentes.
b. Las destrezas y técnicas aplicadas para la construcción de esta fortificación abaluartada fueron, verdaderamente muy acertadas, generando una arquitectura defensiva que, si bien es cierto, tuvo un costo y un esfuerzo para lograr su construcción, cumplió sus objetivos y, hoy contemplamos unas soluciones estructurales-arquitectónicas que dieron respuesta y resistencia defensiva a los ataques de piratas, corsarios y a los reinos opositores al imperio español.
c. Por el hecho de haber sido escenario de experiencias etnológicas y etnográficas del grupo humano que lo habitó, sumándose a la memoria histórica de los aciertos y las equivocaciones de las políticas y los criterios diferentes de las autoridades y gobernantes de las épocas cuando fueron edificadas.

Todoeste contexto arquitectónico defensivo, con sus enclaves edificados a lo largo de los recorridos de la flota de Indias y sus rutas comerciales, fueron la clave en el mecanismo de funcionamiento del monopolio comercial español y su navegación, igualmente la preservación política de las posesiones de ultramar. De ahí que la valoración patrimonial del Itinerario Cultural de la Carrera de Indias principalmente depende de la percepción e interpretación cultural de su Fortificación Abaluartada.

En tiempo presente, toda ésta Arquitectura Defensiva abaluartada; construida bajo un marco histórico con hechos relevantes como la transición de la Baja Edad Media al Renacimiento, la evangelización y expansión de las lenguas, el intercambio de productos y con ello la explotación de las riquezas; configurando así un verdadero sistema económico internacional global, nos llega y nos toca de cerca las motivaciones para su conservación, ya que es un Patrimonio Cultural, que en conjunto conforman un Itinerario Cultural

representativo y con carácter evocador de una civilización, de una religión, de una memoria histórica y de la gestión de un territorio.

Nota

Quiero hacer extensivo mi agradecimiento a los directores de mi tesis doctoral, Dr. Eduardo Mosquera Adell y la Dra. Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe, catedráticos de la Universidad de Sevilla, por su amplia asesoría.

Lista de referencias

Calderón Quijano, J. 1996. *Las fortificaciones españolas en América y Filipinas*. Madrid: Mapfre, S. A., 605-91.

Carrillo de Albornoz, J. 1996. «Historia del Arma de Ingenieros, siglos XVI al XIX». *Memorial del Arma de Ingenieros,* 54: 19-21. Madrid: Ministerio de Defensa, Secretaria Técnica.

Cataneo, P. 1554. *I Quattro Libri di Architettura Primi.*

Fernández de Medrano, S. 1701. *El Arqchitecto perfecto en el arte militar.* Libro Primero, que trata de *la Fortificación regular, irregular, y construcciones de sus figuras. Origen, y Definición de la Fortificación*, Bruselas: MAXTOR, 1-95.

Gazparini, G. 2007. *Los Antonelli: arquitectos militares italianos al servicio de la Corona española en España, África y América, 1559-1649*, 20, 44, 171. Caracas: Arte

Lucuze, P. 1772. *Principios de Fortificación que contienen las definiciones de los términos principales de las obras de Plaza y de Campaña, con una idea de la conducta regularmente observada en el Ataque, y Defensa de las Fortaleza*. Barcelona: Thomas Piferreri.

Sanz Molina, S. 2002. *Tres Fortificaciones en Nueva España: Estudio arquitectónico constructivo*, (tesis doctoral). Capítulo II, Título 3 *La evolución de los trazados a partir de los tratados de fortificación*, Subtítulo 3.1. *Las trazas en los tratados de fortificación: Tipologías*, 193-95. Barcelona.

El sistema constructivo de las viviendas ferroviarias. Hacia la economía y optimización constructiva

Pedro Verdejo Gimeno
Gracia López Patiño

Las compañías ferroviarias representaron durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX, una de las grandes potencias económicas del país, constituyendo una de las mayores inversiones en infraestructuras llevadas a cabo en España.

Como característica propias del desarrollo ferroviario en España, cabe destacar que el inicio y expansión de la red ferroviaria se realizará casi dos décadas después que el en resto de países europeos. La precariedad económica del país y el anhelo de progreso, el Estado procederá a realizar concesiones para su construcción a empresas privadas con capital extranjero, que incluso ante la falta de personal cualificado, aportarán sus propios ingenieros franceses, belgas o ingleses.

Otras de las características propias del desarrollo ferroviario en España, será que la mayor parte del entramado ferroviario que ha llegado hasta nuestro días, se construyó en apenas cuatro décadas. Como consecuencia, en un espacio muy breve de tiempo se tuvo que hacer frente a la construcción de una inmensa cantidad de infraestructuras y edificaciones para permitir el normal funcionamiento del ferrocarril.

Las circunstancias citadas, hicieron necesaria la necesidad de hacer uso de nuevas estrategias, materiales y técnicas constructivas de la época, que fueron introducidas tras la experimentación de más de dos décadas de los ingenieros provenientes de los países vecinos europeos, desde la intención última de la optimización de recursos y la economía de empresa.

El procedimiento para la puesta en marcha de una nueva línea ferroviaria consistía en primera instancia en poner en funcionamiento el propio ferrocarril, analizar los datos de rentabilidad, y proceder a la construcción de todas las edificaciones al servicio de la actividad ferroviaria, si la balanza se tornara positiva. En términos técnicos, la práctica habitual entre las compañías privadas ferroviarias conllevaba explanaciones, túneles, viaductos o infraestructuras propias para facilitar el funcionamiento de la línea, para continuar, según viabilidad económica, con la construcción de los edificios de viajeros, muelles de mercancías o depósitos de máquinas y finalizar con las edificaciones auxiliares, como lampisterías y retretes.

A la hora de afrontar la puesta en funcionamiento de una nueva explotación ferroviaria, surge la necesidad de supervisión e inspección diaria por parte de los operarios del ferrocarril sobre diversas infraestructuras significativas como viaductos o túneles, que debido a su ubicación, habitualmente alejados y aislados de cualquier núcleo de población e incluso en emplazamientos de difícil acceso, hacían necesario dotar a estos operarios o guardavías de un inmueble que les permitiera pernoctar (figura 1).

Esta situación motivaría la necesidad por parte de la compañía promotora del ferrocarril, de construir a un lado de la vía un inmueble que realizará la función de vivienda para alojar a los operarios ferroviarios ante la imposibilidad de desplazarse diariamente a los puntos donde se encontraran las infraestructuras



Figura 1
Vista aérea de la ubicación de la casilla en las proximidades del viaducto sobre el barranco de los Canales. Alfambra (Fuente: www.maps.google.es)

a inspeccionar, a los que se sumaba la unidad familiar que se desplazaban con los operarios.

Pero entre las prioridades de las compañías ferroviarias no situaban la ejecución de estas viviendas, por lo que en mucho de los casos o bien se dilataba excesivamente en el tiempo su construcción o incluso ni se llegaban a ejecutar. Como consecuencia, ante la falta de viviendas donde poder establecerse los trabajadores ferroviarios, en muchas ocasiones se daban casos donde los operarios y sus familias pasaban a ocupar desde vagones estacionados en las vías, refugios improvisados o que los propios trabajadores tomaran partido activamente en la construcción de barracones lo más cercanos posible a su lugar de trabajo.

Con ello, se puede intuir las precarias y lamentables condiciones de los habitáculos donde estos operarios y sus familias se alojaban, llegando a existir problemas de afinamiento, higiene e incluso endémicos.[1]

La primera referencia de la construcción de viviendas por parte en la compañías ferroviarias, aunque será planteada en 1855 no será hasta 1882 cuando se elaboro la primera construcción de 16 casillas en la estación de Almorchón.[2] Estas se caracterizarán por sus escasas dimensiones y por carecer de cualquier instalación incluso de los elementos y sistemas higiénicos más básicos.

Aún así, no en todas las nuevas líneas existían esta clase de viviendas, siendo esta situación extensiva a otros ámbitos industriales, lo que generará que tras años de presión social y de las organizaciones sindicales, fomentaría que en 1911 se formule la Ley de Casas Baratas,[3] que especificaba claramente unas condiciones higiénicas mínimas que debían reunir las nuevas edificaciones para dignificar la vivienda, con notables influencia de la ley francesa de 1894.[4]

Las distintas Compañías darán eco de las nuevas normativas y de las reivindicaciones de los empleados, dando como resultado que entre 1900 y 1920 la construcción de viviendas duplicó las realizadas en el periodo anterior, confirmando el cambio tanto de política de las empresas que asumieron mayor compromiso en la mejora de la calidad de vida de sus operarios.

Aun en estos términos la vivienda ferroviaria como parte de la propia explotación, se seguirá fundamentando en un sistema constructivo limitado por las propuestas económicas, dictadas por las empresas ferroviarias, en la búsqueda de la máxima economía o principio de economía de empresa, de tiempo y de costes. Esto motivará que aunque cada empresa fe-

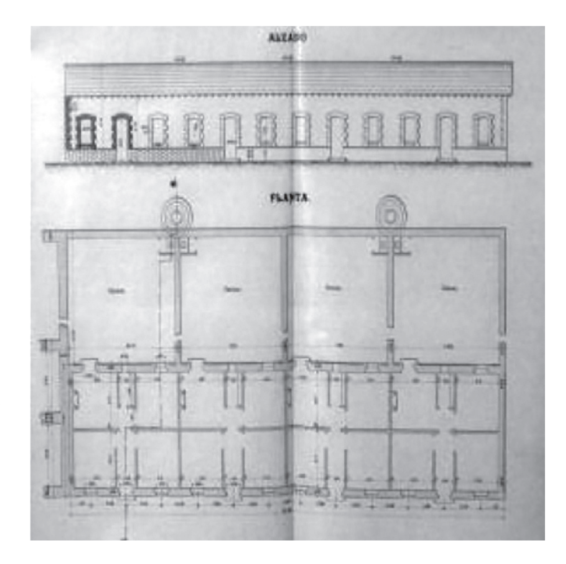


Figura 2
Serie de viviendas para la compañía MZA (Archivo Histórico Ferroviario. Servicio de Vías y Obras. Estudio y Proyectos. Caja B/0067-003)

rroviaria proyectaba un tipo de vivienda con criterios propios, se siguiera un esquema morfológico bastante similar, que repetían de forma seriada en los diferentes núcleos de explotación ferroviaria como una primera estrategia de reducción de costes (figura 2).

Las viviendas obreras que promovieron las antiguas Compañías, sostuvieron un carácter externo modesto y sobrio, aunque simultáneamente con una solidez constructiva de la que hoy en día todavía hacen gala (figura 3). El uso de técnicas constructivas tradicionales, junto con la escasez de medios materiales marcó el carácter de estas viviendas, generalmente carentes de recursos estéticos, a excepción del uso extensivo del ladrillo como único elemento decorativo, obteniendo como resultado construcciones que respondían a un modelo sencillo, escueto y económico.

El caso de la sección ferroviaria Teruel – Alcañiz

Con la llegada de la dictadura del General Primo de Rivera, en la segunda década del siglo XX, el Estado llevará a cabo una fuerte inversión en infraestructuras, de las cuales el ferrocarril será una de las grandes beneficiarias.

En este ámbito se promoverán un gran cantidad de nuevas líneas ferroviarias, una de ellas la que pretendía atravesar transversalmente toda la Península Ibérica desde la población francesa de Saint-Girons a Baeza y el puerto de Algeciras, un vasto proyecto de más de 800 kilómetros de línea que procedió a dividirse en cinco sectores para afrontar su construcción.

En la sección objeto de este estudio, el trazado desde Alcañiz a Teruel, se ha encontrado la disposición de un total de 11 casillas ferroviarias a lo largo de los 170 kilómetros de recorrido, ubicadas siempre en las proximidades de viaductos, túneles o trincheras para favorecer su examen y mantenimiento (figura 4).

Debido a la longitud del trazado y principalmente al difícil orografía del terreno la única forma de realizar la inspección diaria de estas infraestructuras fue la de ubicar operarios a lo largo de la línea (figura 5).

En el resto de las secciones de esta gran línea transversal, también existen casetas dispuestas en su recorrido. Destacan las de Los Yesares, Golosalbo o Fuentealbilla, del tramo Albacete-Utiel, que, aunque

Figura 3
Vista de las viviendas para operarios ferroviarios construidos por la compañía MZA en La encina, pedanía de Villena (M. Serrano. 2009)



Figura 4
Trayecto desde Alcañiz a Teruel sobre el mapa de ferrocarriles españoles de RENFE de 1948. (Fuente: http://www.ferropedia.es/wiki/Mapas_de_ferrocarriles_de_España_y_Portugal)



Figura 5
Vista exterior de la casilla ferroviaria en las proximidades del municipio de Castell de Cabra, Teruel (Fuente: Autor)

formal y métricamente son similares, presentan una resolución constructiva y estética diferente a las de la sección de estudio,[5] siendo más acordes con los ejemplos de las antiguas Compañías ferroviarias (figura 6).

La justificación del estudio de estas viviendas es debida tanto a su resolución constructiva con un sistema novedoso y poco común, como al uso de una arquitectura doméstica ligada estructuralmente al mundo del ferrocarril, pero dotada de unas características formales y estéticas propias de la arquitectura



Figura 6
Viviendas de ferroviarios en la estación de Los Yesares (Albacete) en la sección de Albacete a Utiel (www.euroferroviarios.es)

del entorno donde se asientan, lo que permite, en definitiva, realizar una lectura unitaria de todo el conjunto ferroviario.

Este tipo de construcciones, menores en el ámbito de un proyecto de ferrocarril pero igualmente necesarias para su funcionamiento, y claramente ligadas a la historia social del ferrocarril, se encuentran actualmente en ruina en su totalidad, habiendo sufrido durante casi noventa años tanto actos vandálicos como expolios de sus elementos metálicos y pétreos.

Su arquitectura

Estas edificaciones, concebidas para uso exclusivo del personal ferroviario, expresarán en mayor medida su carácter de funcionalidad, economía y solidez, propio de la arquitectura industrial ferroviaria. La tipología formal a lo largo de toda la sección está caracterizada por viviendas unifamiliares de una sola planta, con patio trasero, adosadas siempre en grupos de dos.

La vivienda, a la que se accede por una puerta centrada en la fachada principal, está formada por una cocina con hogar, tres habitaciones, y, presumiblemente, un retrete, distribuidos a lo largo de un pasillo central desde el que se accede al patio que aloja un pozo compartido, centrado en la división de ambas viviendas. Este patio, que también dispone de una puerta con acceso desde el exterior, podría estar destinado al cultivo de un pequeño huerto, aunque la hipótesis más probable es que funcionara como corral para la cría de animales por la existencia de diferentes divisiones, lo que permitiría el autoabastecimiento y la ayuda a la economía de las familias (figura 7).

Respecto a la distribución interior de la vivienda, la cocina se configura como elemento básico para la vida cotidiana del hogar, dotada de restos una chimenea que daría servicio presumiblemente al alojamiento de una cocina económica de carbón o leña. El resto de la vivienda, con tres habitaciones de reducidas dimensiones más un pequeño baño evidenciado por la existencia de una ventana de pequeñas dimensiones en el muro testero. A excepción de la existencia de este baño en su interior, únicamente se ha podido constatar la presencia de una conducción de saneamiento hacia un pozo séptico como única instalación, por lo que se entiende que estas viviendas carecían de cualquier sistema de abastecimiento y conducción de agua corrien-

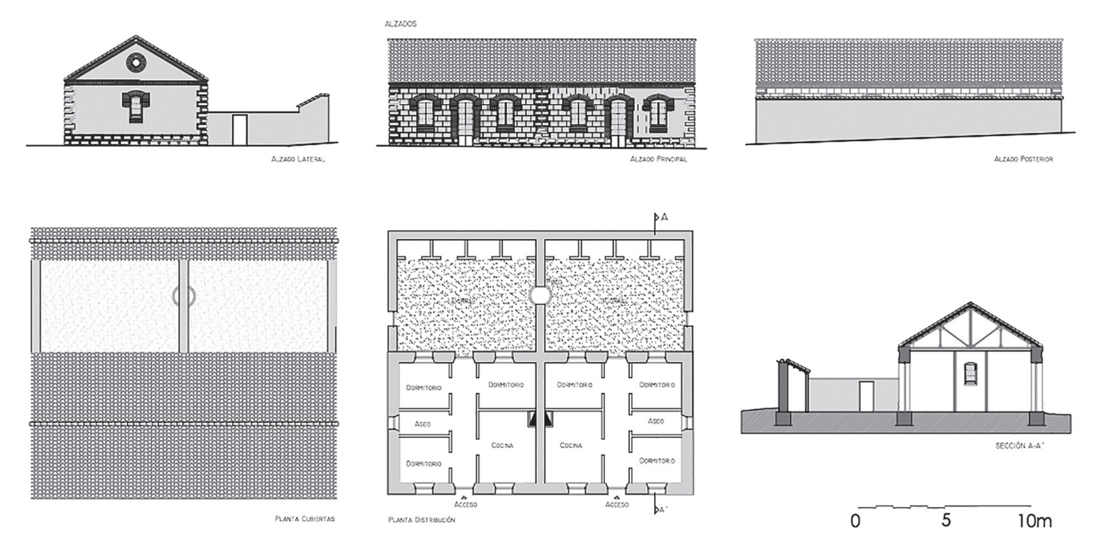


Figura 7
Plantas, alzados y secciones del modelo de casillas ferroviarias existentes en la línea Teruel-Alcañiz (Fuente: Autor)

te o electricidad, a excepción del pozo compartido a ambas viviendas en el patio trasero.

El comportamiento térmico y su protección viene favorecido por ciertos recursos utilizados. En primer lugar, la agrupación en hilera permite compartir los muros testeros. En segundo lugar, la agrupación de dos viviendas anexas proporciona protección entre sí reduciendo su superficie de contacto exterior, compartiendo, asimismo, cubierta inclinada a dos aguas, con interior no habitable a modo de cámara, que favorecía su comportamiento térmico tanto en invierno como en verano.

Las viviendas ferroviarias de la sección Teruel- Alcañiz, aunque responden a la promoción de una línea estatal, han sido realizadas formal y morfológicamente siguiendo como modelo las viviendas obreras ferroviarias realizadas con anterioridad por las Compañías ferroviarias. Queda así manifiesta una de las estrategias seguidas para la reducción de costes a la hora de abordar un nuevo proyecto, la reutilización de modelos de edificios anteriores para nuevas líneas. Aunque es más evidente en edificios de viajeros, es mucho más común en edificaciones auxiliares como muelles de mercancías, casillas o lampisterías, donde la diversidad de modelos seguidos por la distintas empresas ferroviarias e incluso posteriormente por el Estado es bastante reducido (figura 8).

Su diseño, puramente funcional y previsto desde el primer momento, fomenta la creación de un espacio con vocación de autonomía, donde la vida laboral y la familiar aparecen estrechamente ligados.

Estrategias constructivas

Los rasgos que caracterizan de forma singular a estas viviendas frente a sus antecesoras, son el sistema

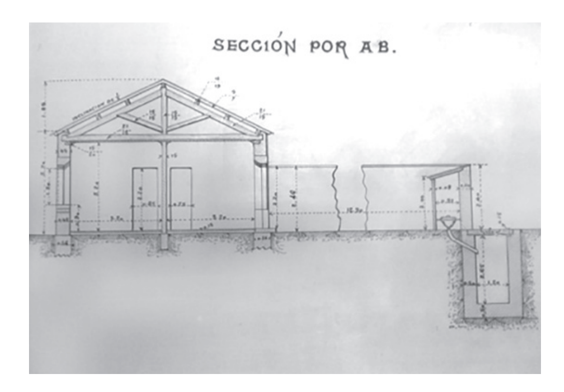


Figura 8
Sección de casilla ferroviaria con tres habitaciones de la compañía MZA (Fuente: Archivo Histórico Ferroviario)

constructivo y los materiales empleados en su ejecución fruto del progreso y desarrollo industrial, que conviven con otros materiales y sistemas más tradicionales, como estrategia seguida siempre a favor de la reducción de costes, tiempos y economía de medios.

En la memoria de las casillas ferroviarias de Almorchón como primer ejemplo de estas edificaciones, puede comprobarse los materiales y técnicas empleadas en la ejecución de estos edificios destinados a viviendas para operarios:

> ..... mampostería ordinaria para los cimientos, mampostería de mosaico en los muros de la fachada y de cerca del corral, sillería en los umbrales, fábrica de ladrillo visto en las esquinas, jambas, arquivoltas y en los pilares interiores; tabiques de panderete entramado, entonizado y guarnecido de yeso el! el interior, baldosa ordinaria en los solados y teja ordinaria en la cubierta ...[6]

En este sentido, el modelo de vivienda no sufrirá grandes cambios formales a los largo de los años, configurándose como una arquitectura realizada a partir de un modelo estandarizado, ejecutada tantas veces como fuera necesario según las necesidades de la actividad ferroviaria. En cambio se ha comprobado el uso y aplicación de nuevas técnicas y materiales para la época, como el hormigón o fibrocemento en plena introducción y expansión en España, y su convivencia en relación con las técnicas tradicionales, suponiendo un punto de inflexión en la historia de la construcción actual, en búsqueda de una mayor optimización de costes y recursos que posibilita que las soluciones y recursos serán ricos y variados.

En un estudio pormenorizado del modelo de casilla ferroviaria utilizado en línea Teruel-Alcañiz, se ha podido comprobar esta convivencia entre técnicas constructivas. En primer lugar, su cimentación se encuentra resuelta de la forma tradicional mediante mampostería de piedra caliza con mortero rico de cal como conglomerante y arena (figura 9). Se justificaría su utilización debido al gran volumen de piedra obtenido de la propia excavación del edificio o de alguna otra partida de la línea como las explanaciones de las vías o de la ejecución de los túneles, por lo que les resultaría más económico que el uso del hormigón.

El sistema murario utilizado ofrece, sin duda, el procedimiento más interesante utilizado en estas construcciones. Empleándose de forma uniforme en todo los edificios que componen las estaciones, está



Figura 9
Detalle de la configuración de la cimentación en la casilla para operarios ferroviarios en las proximidades de Palomar de Arroyos (Teruel) (Fuente: Autor)

compuesto por varias partes distinguidas claramente por el uso de diferentes materiales en la formalización de sus paños. Un zócalo arranca desde la cimentación hasta una altura aproximada de un metro, configurando los antepechos y alfeizares de las ventanas. Ejecutado a modo de basamento mediante piedra artificial imitando sillería almohadillada en chaflán, con dimensiones por pieza de 50x30 cm y una profundidad de unos 40 cm., además de configurar la base de la estructura muraria resistente y másica, dota de una barrera impermeable frente a la humedad o el agua de salpiqueo de lluvia, proporcionando al edificio una imagen de solemnidad y elegancia, sirviendo como elemento unificador de las distintas casillas en su vertiente estética.

Con este mismo material también quedarán rematadas las esquinas de todas las edificaciones, reforzando estructuralmente el conjunto y como recurso plástico para potenciar la visión de solidez pretendida desde el zócalo

Desde este basamento arranca el muro que conforma la práctica totalidad de la fachada y que presenta una imagen por el exterior a modo de sillería ordinaria de piedra. La configuración interior del material queda manifiesta gracias a las lesiones que presenta el muro



Figura 10
Detalle del interior del muro tras la rotura de varias piezas prefabricadas (Fuente: Autor)

en puntos concretos a modo de catas (figura 10) y que permite la visión del mismo. Se trata de una serie de «bloques de hormigón», en forma de «L», que se disponen alternativamente, enfrentando las caras cortas de la «L» al extradós e intradós del muro. El sistema se configura a modo de mecano, dando como resultado muros con una sección media de 45 centímetros, que podrían variar dependiendo únicamente de la separación en que se dispongan las piezas.

El interior confinado por estas piezas, posiblemente utilizadas a modo de encofrado perdido, es rellenado con un hormigón a base de cemento, cal, arena, grava y diferentes ripios, obteniendo un muro de hormigón en masa parecido al ciclópeo pero con una terminación por el exterior delimitada por los bloques de hormigón, sin ningún tipo de enfoscado o pintado (figura 11).

El ladrillo cerámico, material sencillo, económico y de fácil manejo, considerado constructivamente como tradicional y característico de la arquitectura de la región, se configura como el tercer material en la resolución de las fachadas. Su uso, en la formación de dinteles en vanos y la cornisa que recorre todas las fachadas, aprovechará los juegos geométricos y su fuerza cromática para generar el único ornamento de las fachadas, alejándolo del concepto más puro de la arquitectura industrial en cuanto la escasez o ausencia de decoración y ornamento.

Dotan a esta arquitectura de un valor singular y característico los aparejos a sardinel volado, trazados



Figura 11
Disposición de forma contrapeada de las piezas prefabricadas en el muro (Fuente: Autor)

en espiga o diversas roscas a tizón, en la resolución de impostas, cornisas y remarcados, que generan un rico abanico donde además de variar su disposición respecto a la alineación de la fachada, en un juego de entrantes y salientes en su colocación dentellada, obsequia a la fachada con la única nota de variación cromática respecto al color grisáceo de los bloques de hormigón. La resolución de los dinteles se realiza mediante un arco escarzano con una relación de flecha menor de 1/6 de la luz, trabajado mediante la disposición de ladrillos a sardinel, que vuela algunos centímetros de la alineación de la fachada para asumir las funciones propias de un guardapolvo, extendiendo sus límites más allá del propio hueco para realizar un enmarcado. Ante la falta de dominio de las técnicas de construcción con nuevos materiales como el bloque de hormigón o piezas prefabricadas, se recurre a soluciones tradicionales en los puntos conflictivos (figura 12), como la función portante que asume el ladrillo en la formación del dintel.

Para la resolución de los alfeizares existe una gran similitud en casi todas las construcciones, recurriendo al uso del ladrillo con el mismo motivo que el empleado en la imposta, realizado con tres hiladas a soga y una intermedia a tizón dentellado, permitiendo de nuevo una lectura uniforme de todos los edificios.



Figura 12
Vanos recayentes al patio trasero en la casilla para operarios ferroviarios en las proximidades de Palomar de Arroyos (Fuente: Autor)



Figura 13
Detalle del interior y del estado de las cerchas metálicas en la casilla para viviendas de los operarios ferroviarios sobre el puerto de Sant Just, Teruel (Fuente: Autor)

La cubierta, resuelta estructuralmente mediante el uso de cerchas metálicas, se encuentra concebida de manera tradicional a la molinera, con materiales tradicionales como madera en los cabios para la formación del soporte, sobre la que descansan las tejas cerámicas curvas colocadas en seco como cobertura.

El uso de elementos estructurales metálicos mediante cerchas tipo «inglesa» para cubrir luces de 7,65 metros, puede entenderse como la introducción de un material propio del ferrocarril que permitiría una fabricación en serie, potenciando la prefabricación y rápido montaje en obra (figura 13). La tipificación en todas las construcciones se traduce en un concepto de procedimiento claramente normalizado.

El interior, austero y funcional, se encuentra dividido por tabiquería resuelta con ladrillo cerámico macizo, ejecutada a panderete para separar las distintas estancias y dependencias, limitada su altura a la del falso techo. Este se encuentra resuelto de forma continua con entramado de cañizo y yeso que, preserva la visión de su estructura al tiempo que genera mayor confort térmico por la cámara entre el exterior y el espacio habitado. Ante la debilidad de la solución, el abandono y los actos vandálicos, solo se ha podido constatar el uso de este material por los restos existentes en el suelo.

El revestimiento vertical interior, tanto de tabiques como de cerramientos, ha sido resuelto mediante enlucido de yeso a buena vista, de calidad excepcional habida cuenta de la conservación hasta la actualidad sin ningún tipo de mantenimiento y relativamente al exterior.

Conclusiones

Las casillas ferroviarias estudiadas de la línea Saint-Girons a Baeza, como parte del propio sistema productivo del ferrocarril, se encuentran caracterizadas por plantearse desde las estrategias propias de la arquitectura industrial, con carácter puramente funcional y regido por los principios de economía y utilidad, que a su vez recogen una serie de rasgos que las acercan a la arquitectura popular de la zona.

Estos principios basados en la economía dirigen desde el proyecto y su planteamiento formal y compositivo, hasta la propia ejecución de las edificaciones, donde la economía de medios, la optimización del proceso constructivo y la reducción de tiempos,

han motivado el uso de materiales y sistemas constructivos originados desde la industria.

La inserción del lenguaje arquitectónico propio de la época hacia un reconocimiento de los rasgos característicos de la región donde se implantan estas edificaciones han permitido que, mediante el uso de pequeños recursos y materiales como el ladrillo, puedan reconocerse todo el conjunto de estas edificaciones con una lectura uniforme, personal y característica.

Técnica y materialmente, estas edificaciones destacan por encontrase cronológicamente entre el uso de técnicas tradicionales y la inserción de nuevas técnicas y materiales hacia una arquitectura más técnica y prefabricada. Esto conlleva a reconocer estas edificaciones como un crisol de experimentación, donde forzosamente deben de convivir materiales derivados de la industria con soluciones y técnicas tradicionales.

El uso de piezas prefabricadas de piedra artificial almohadillada, bloques de hormigón, cerchas metálicas o el uso del ladrillo cerámico y teja curva tradicional, conviven estrechamente en estas edificaciones de reducidas dimensiones, como experimentación hacia soluciones constructivas óptimas, y ante todo hacia la búsqueda de la economía, como partes del propio proceso industrial ferroviario.

Pero lamentablemente, el paso de los años, el expolio, su ubicación y la dejadez, han desembocado en la ruina total de estas edificaciones, y presumiblemente, en un corto periodo de tiempo, en su total desaparición.

Notas

1. La falta de higiene y el hacinamiento de operarios con sus familias al completo con personas mayores y niños, durante incluso un largo tiempo como ocurrió en muchos casos, llego a producirse frecuentemente que se vieran afectados por focos endémicos e infecciosos (Cuéllar , Jiménez y Polo 2005).
2. Esta estación fue puesta en servicio el 29 de noviembre de 1865, constituyendo antaño importante nudo ferroviario por ser punto de enlace con la línea Córdoba a Almorchón y Ciudad Real a Badajoz.
3. Ley de Habitaciones Higiénicas y Baratas, de 12 de junio de 1911.
4. «Loi des Habitations à Bon Marché» de 30 de noviembre de 1894.
5. Aunque su esquema morfológico es idéntico, su sistema constructivo cambia realizando sus muros de cerramiento mediante mampostería concertada, empleando el ladrillo como elemento ornamental en el recercado de vanos y también en el enmarcado de las esquinas. El material de cobertura se realizará mediante fibrocemento como aún puede comprobarse en la casilla de Fuentealbilla.
6. Memoria de los retretes de la Estación de Almorchón de 1917 (Archivo Histórico Ferroviario C-155-2).

Lista de referencias

AA.VV. 2007. *Colección Territorio. Comarca de las Cuenca Mineras*. Zaragoza: Diputación Aragón.

AAVV. 2001. *Inventario de poblados ferroviarios en España*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Aguilar Civera, I. 1988. *La estación de ferrocarril: Puerta de la ciudad*. Valencia: Generalitat Valenciana, Consellería de Cultura, Educación y Ciencia.

Aguilar Civera, I. 1998. *Arquitectura Industrial. Concepto, método y fuentes*. Valencia: Museu d´Etnología de la Diputación de Valencia. Valencia.

Barberot, E. 1927. *Tratado Práctico de Edificación*. Ed. Barcelona.

Biel Ibáñez, M. P. 2011. *El patrimonio industrial en la Denominación comarcal de Zaragoza. Ausencias y presencias*. Ed. Gobierno de Aragón.

Comín, F.; P. Martín; M. Muñoz y J. Vidal. 1998. *150 años de historia de los ferrocarriles españoles: La era de las concesiones a las compañías privadas*. Madrid: Gráficas Muriel. Fundación de los Ferrocarriles Españoles/Grupo Anaya, S.A.

Cuéllar Villar, D.; M. Jiménez Vega y F. Polo Muriel. 2005. *Historia de los poblados ferroviarios en España*. Madrid: Fundación Ferrocarriles Españoles.

De Luís Roldan, E. 2003. «La tipología de las viviendas ferroviarias: una aproximación.» En *III Congreso de Historia Ferroviaria*, Gijón.

Fernández Clemente, E. 1987. *Historia del ferrocarril turolense*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.

Prieto i Tur, L. y J. Enguiz I Peiró. 1996. *El transpirenaico del Noguera Pallaresa y el ferrocarril Lleida-Teruel-Baeza.* Barcelona: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.

Verdejo Gimeno, P. 2014. *La estaciones intermedias de ferrocarril. La sección «non nata» Teruel-Alcañiz*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

El corte de la piedra en bóvedas tardogóticas complejas a la luz de los primeros tratados modernos de estereotomía

David Wendland
María Aranda Alonso
María José Ventas Sierra

El gótico tardío nos legó unas audaces construcciones abovedadas con complejos sistemas de nervios que describen curvas tridimensionales y se cruzan a diferentes niveles. Estas estructuras eran extremadamente exigentes en su diseño geométrico, tanto en el proyecto global como en el detalle, al definir cada uno de los elementos prefabricados de piedra que luego se montaban en obra para formar los nervios con una precisión asombrosa. Sin duda, el carácter específico de estas estructuras está estrechamente ligado a los procedimientos para proyectar y a los conceptos geométricos que emplearon los arquitectos que las construyeron.

Por ello, las consideraciones sobre diseño y proyecto, así como sobre el modo en que se producía el flujo de información del proyecto para su ejecución, son tan significativas para la comprensión de estos edificios como lo son la puesta en obra y las técnicas constructivas: más allá del edificio, estos procesos son en sí mismos relevantes para la historia de la arquitectura, incluso para la historia en general.

Las investigaciones en curso, en las que la obra construida es la fuente principal de información, nos han llevado a tener que replantearnos la idea que hasta ahora teníamos de cómo era la manera de proyectar las bóvedas en el gótico tardío. Esta idea, que se estableció en el siglo XIX, tiene como base algunas fuentes muy posteriores a la práctica gótica, y resulta problemática a la luz de las propiedades geométricas reales que de hecho hemos podido observar en los edificios. Estudiando estos últimos hemos podido por un lado identificar las decisiones que condujeron a que estas construcciones tengan la forma que tienen, y por otro lado entender el proceso de diseño y el procedimiento por el que se transmitía la información para determinar espacialmente en la obra el sistema de curvas que conforman la nervadura (Wendland 2014; Wendland 2015).

Pero la cuestión que nos ocupa aquí principalmente es cómo podrían haberse formulado las instrucciones para la producción de los elementos individuales, en particular las dovelas de los nervios de doble curvatura. Dichas instrucciones deben de haberse basado en el proyecto global; la sorprendente perfección en el ensamblaje de las nervaduras es prueba de ello. Pero la información sobre procedimientos y maneras de transmisión de instrucciones que nos proporcionan las fuentes a las que podemos recurrir es sumamente escasa. Los dibujos contemporaneos de bóvedas conocidos hasta ahora, así como las fuentes contemporáneas y posteriores sobre proyecto tardogótico, dan poca información.

A continuación trataremos la cuestión de hasta qué punto los primeros tratados de estereotomía podrían ser relevantes para el análisis de la problemática de la producción de las nervaduras tardogóticas. Tal suposición podía parecer descabellada a primera vista, ya que estos tratados aparecen en un momento en que el lenguaje gótico se ha quedado obsoleto, y se orientan muy decididamente al nuevo lenguaje «a la antigua». No obstante, cronológicamente no están tan lejos de la construcción de las últimas obras maestras del

gótico, y sus autores evidentemente estaban todavía familiarizados con la práctica tardogótica. Esto es válido sin duda en el caso del arquitecto Philibert de l'Orme, cuyo tratado (1567) contiene incluso esquemas de bóvedas góticas completamente coherentes. Además, debemos suponer que el procedimiento de trazado tardogótico se siguió utilizando bastante tiempo, y por tanto también para construcciones que ya utilizaron otro lenguaje formal (Müller 1976).

Pero sobre todo, lo que hace que estos textos sean relevantes para nuestro caso, es el hecho de que en ellas se tratan problemas que en principio están relacionados con los problemas que surgen al proyectar un nervio de doble curvatura. Se trata de discutir hasta que punto las soluciones allí presentadas son compatibles conceptualmente con los procedimientos de proyecto en el gótico tardío.

Los métodos de los que nos serviremos son, al igual que para la comprensión del proyecto global de la bóveda, por un lado un levantamiento y un análisis acurados del edificio, y por otro lado la aplicación de «reverse engineering», es decir la reconstrucción de los pasos necesarios para proyectar y producir la pieza, en modelos físicos y CAD. Esto último, más que para visualizar el objeto, se utilizará como herramienta con la que, aplicando las instrucciones de fabricación, se elabora la pieza.

La bóveda de nervios curvos de la Sala de Armas

La bóveda de la Sala de Armas del Albrechtsburg de Meissen (Sajonia, Alemania), construida por Jakob Heilmann von Schweinfurt en torno a 1520 (Figura 1), es una sucesora de la monumental bóveda de nervios de doble curvatura del castillo de Praga, al igual que lo son las bóvedas de la sacristía vieja (1519) y de la nave de la Iglesia de Santa Ana (St. Annenkirche) en Annaberg-Buchholz (Sajonia). En todas estas bóvedas la figuración que componen los largos nervios de doble curvatura es un motivo central.

La bóveda de la Sala de Armas se montó entre los ya existentes arcos formeros. Tiene planta cuadrada de 8,4 m de lado, con machones diagonales en las esquinas de los que arranca la bóveda. La nervadura se compone de arcos planos diagonales, que sustentan una gran clave central en forma de disco, así como de distintos grupos de arcos de doble curvatura o combados. En planta resaltan cuatro grandes semicírculos interrumpidos asimétricamente que van de un arranque al siguiente. Las intersecciones de los nervios a menudo tienen lugar a niveles diferentes: en las cuatro intersecciones alrededor de la clave los arcos diagonales y los dos combados se cruzan incluso a tres alturas (figura 2). Como ya pudimos demostrar, no se trata de una consecuencia del desarrollo de las curvas, sino una decisión de proyecto tomada con anterioridad (Wendland, Aranda y Kobe 2014).



Figura 1
Sala de Armas del Albrechtsburg de Meissen. Modelo CAD basado en el levantamiento de los intradoses de las curvas. (CAD M. Aranda)



Figura 2
Sala de Armas. Intersección de nervios a tres niveles. (Ventas/Wendland)

Como es usual en el gótico, los intradoses de los arcos y nervios de la bóveda están definidos por curvas autónomas, es decir, que no se generan con ayuda de métodos proyectivos ni son el resultado de intersecciones de superficies predeterminadas, sino que se fijan con sencillas formas geométricas (en general segmentos planos de circunferencia), y es la superficie de cerramiento de la bóveda la que tiene que adaptarse a las curvas. Este principio también es válido para el caso de los nervios de doble curvatura de las bóvedas aquí analizadas (Wendland 2012; Wendland y Ventas 2013): se trata de segmentos planos de circunferencia que a su vez se curvan según el segmento de circunferencia que describe el nervio en la planta (figura 6). Geométricamente, estas curvas se pueden considerar espirales cuyo desarrollo en altura no es constante, sino que describe una circunferencia (Muk 1990).

La longitud desarrollada del cuarto de circunferencia que describe el arco combado en planta (L_C) es igual al radio de su traza vertical desarrollada (R_C), por tanto esta también forma un cuarto de circunferencia. Del mismo modo, la longitud en planta de medio arco diagonal (L_D) es igual al radio de su traza vertical (R_D). El arco combado alcanza su máxima altura en la intersección E. Se hace que esta altura sea también la altura máxima del arco diagonal y se descuelga su radio desde E, obteniendo así su base a una cota por encima del nivel del suelo (figura 3a,b). Además el arco diagonal se divide en dos mitades que se desplazan horizontalmente desde el centro hacia afuera, situando sus vértices en el borde del anillo central.

No obstante, el sistema de curvas de la bóveda construida no queda definido solo mediante este procedimiento, sino que se fijan otras condiciones adicionales. Los resultados de las mediciones ponen de manifiesto que la disposición inicial, en la que la posición de las claves en planta queda fijada por intersecciones de curvas, se implementó en la obra con una trama de cuadrados concénticos paralelos y en diagonal (figura 3c), esquema recurrente en proyectos del gótico tardío. Con esta sustitución de la manera de fijar los puntos se buscó probablemente evitar los posibles errores que podían surgir de obtener los puntos mediante la intersección de trazos de compás, en favor de un método que asegurase mejor la ordenación regular y simétrica de los puntos. La ligera desviación de los puntos tipo D respecto a los originales que conlleva este método produce una discontinuidad en las curvas definitivas de los combados (figura 3d), que sin embargo no se aprecia a simple vista. Es decir, estamos ante un procedimiento por el que el metaproyecto se va desarrollando para convertirse en un sistema muy fiable de indicaciones para la realización y montaje en la obra.

Las alturas de los puntos se determinan en la traza del arco diagonal (figura 3e). En el desarrollo del arco combado largo, las alturas de los puntos vienen fijadas de antemano. La curva del arco ha de adaptarse a estos puntos, lo que tiene como consecuencia que los distintos tramos presentan radios ligeramente diferentes (figura 3f). De la misma manera, los combados cortos, que van de los vértices de los arcos formeros a los arcos diagonales, se determinan por los puntos de sus extremos, establecidos previamente.

Vemos, pues, que la concepción geométrica de la bóveda difiere sustancialmente del método del *Prinzipalbogen*: hay varios radios, las posiciones de las claves no siempre resultan del desarrollo autónomo de las curvas, sino que están fijadas con anterioridad y los tramos intermedios de arco se disponen entre ellas (Wendland 2015).

El paso del proyecto al detalle

Como hemos visto antes, las curvas de los nervios de una bóveda de este tipo son curvas autónomas. Estas curvas serían muy difíciles de definir con los procedimientos proyectivos que conocemos de la práctica moderna, ya que no resultan de cuerpos euclídeos: describen una espiral que no asciende de manera constante, sino que su pendiente va disminuyendo gradualmente a medida que se sube. Un procedimiento por el que hubiese que definir las proyecciones de esta curva en las seis caras de la pieza sería difícil y muy laborioso, y después habría que volver a proyectarla a la inversa, o «desproyectarla», para obtener la pieza buscada. Es difícilmente imaginable que semejante doble proyección pudiera conducir a una realización tan precisa como podemos ver en los objetos estudiados.

Mucho más directo sería trabajar con un procedimiento relacionado con el que se ha usado para generar las curvas, es decir, a partir de un segmento de circunferencia dibujado en una superficie curva. De hecho se conocen métodos de corte de la piedra en

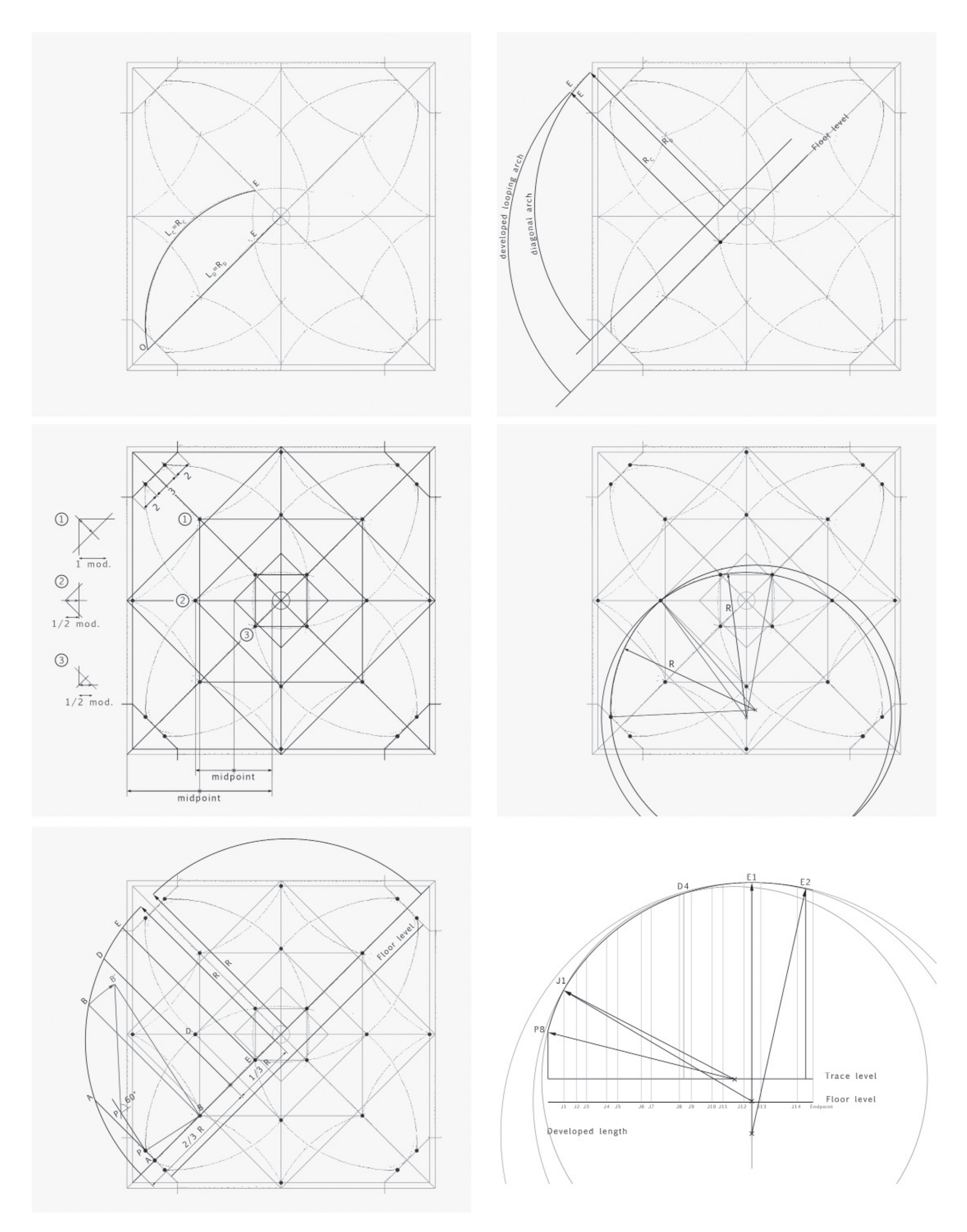


Figura 3
Reconstrucción del proyecto de la Sala de Armas. (Ventas/Wendland)

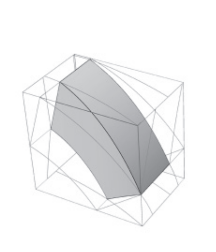
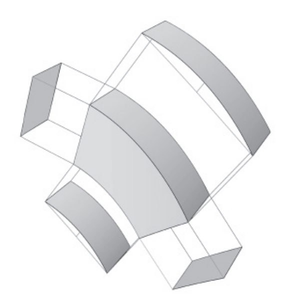



Figura 4
Comparación de los métodos *par equarissement* y *par panneaux.* (M. Aranda)

los que se definen directamente las superficies que tendrá la pieza terminada, sin proyectar las curvas en el bloque que se debe tallar. Como ya indicó Werner Müller (2002, basándose en Derand 1643), en los tratados de estereotomía se describen dos procedimientos distintos: junto al hoy más conocido, que parte de proyecciones ortogonales en los lados del ortoedro (*par equarissement*), también existe un método basado en la utilización de plantillas con la forma que deberán tener las superficies de la pieza terminada (*par panneaux*) (figura 4). Este último, usando plantillas flexibles, sería en principio compatible con la construcción de un nervio tardogótico de doble curvatura. Esta idea se puede desarrollar más detalladamente basándose en una descripción más completa de los nervios (Wendland 2012; Wendland y Ventas 2010).

La modelación de los arcos en las bóvedas de Heilmann

El paso del arco gótico plano al tardogótico de doble curvatura lleva consigo una serie de dificultades añadidas a la hora de diseñar las dovelas del nervio. La primera particularidad es que, a diferencia de lo que ocurre en los arcos planos, en los de doble curvatura las dovelas no son intercambiables entre sí: cada pieza debe producirse exactamente para la posición que luego ocupará en el nervio (Wendland, Aranda y Kobe 2014). Las exigencias organizativas que esto acarrea se reflejan en una advertencia que encontramos en el tratado de Lorenz Lechler: todas las piezas del nervio deben marcarse cuidadosamente «auf dass du nicht irre werdest» (para que no yerres) (Coenen 1990, 215).

Otra particularidad es que se necesitan directrices adicionales para que la sección del nervio se mantenga vertical a lo largo de la curva, algo que es automático en los nervios planos. Al existir una curvatura en el plano vertical y otra en el horizontal, el centro de la curvatura local en cada punto ya no está siempre en posición vertical respecto a ese punto, y se debe forzar la verticalidad del perfil (figura 5). También se menciona este problema en una fuente escrita, el tratado de Simón García.



Figura 5
Sala de Armas del Albrechtsburg de Meissen. Se observa cómo la sección de los nervios mantiene la verticalidad. (Wendland)

Para definir geométricamente un nervio plano como sólido, hay dos maneras posibles de proceder. Ambas llevan al mismo resultado y se pueden usar de manera complementaria para controlar la forma. Pero al intentar transferirlas al modelado de un nervio de doble curvatura del tipo descrito anteriormente, se observa que se llega a resultados contradictorios.

Uno de los procedimientos consiste en trasladar la sección de su perfil a lo largo de la curva ideal del intradós. El perfil siempre está inclinado radialmente, por lo que es perpendicular a la curva, y su eje central está contenido en un plano vertical. Efectivamente, sabemos que se empleaban plantillas con la sección del perfil, y en muchos casos, en las superficies de junta se pueden apreciar finas incisiones en los ejes de simetría del perfil, como líneas auxiliares. Por otro lado, la dovela de un nervio plano puede describirse partiendo de su cara lateral en bruto (antes de tener las molduras del perfil), y dándole espesor (la anchura de la dovela) para obtener un cuerpo. En la práctica se hace apoyando plantillas con las superficies de las caras laterales.

Al transferir el primer procedimiento (perfil que se desplaza sobre una línea curva) al nervio de doble curvatura, nos encontramos con que el perfil de la sección es perpendicular a la curva de referencia pero necesitamos además que sea vertical. Para ello podemos hacer que el eje de simetría del perfil esté contenido en un plano vertical tangente a la proyección en planta de la curva (figura 6). En este caso el volumen resultante no tiene las caras laterales verticales: no estan contenidas en cilindros verticales porque las esquinas superiores del perfil se desplazan hacia fuera.[1] Este efecto aumenta cuando el perfil es marcadamente más alto que ancho, como es el caso de las bóvedas aquí tratadas (figura 7).

Si transferimos el segundo procedimiento (cuerpo definido entre dos caras laterales paralelas), resulta un cuerpo limitado lateralmente por dos superficies cilíndricas paralelas, y en sus caras superior e inferior, por helicoides, es decir, superficies regladas de generatrices horizontales que parten de manera radial del eje de ambos cilindros. Pero la aplicación de este método tampoco está libre de inconvenientes: las superficies de los extremos de la dovela, las que luego en el montaje serán las juntas, no se corresponden con el perfil original. Los lados se curvan ligeramente pero, sobre todo, la cara superior se inclina, porque el corte de las aristas superiores por el plano normal a la curva se produce a distintas alturas (figura 8). Esta circunstancia impediría la utilización de una plantilla estándar para trazar el perfil en dichas superficies.

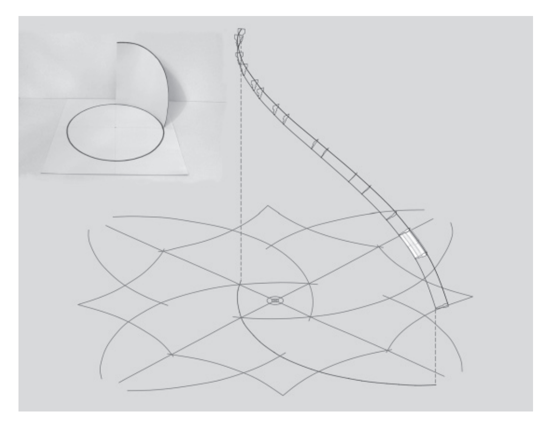


Figura 6
Visualización de la manera de generar las curvas de los nervios (D. Wendland) y modelación del nervio por traslación del perfil (M. Aranda)

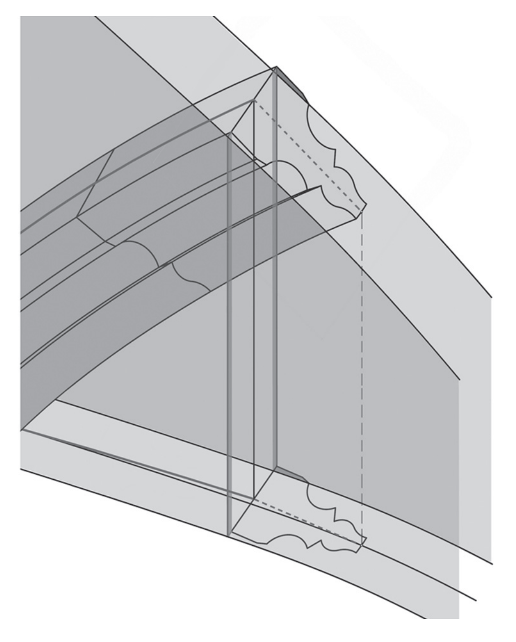


Figura 7
Desplazamiento hacia fuera de las esquinas superiores del perfil. (CAD M. Aranda)

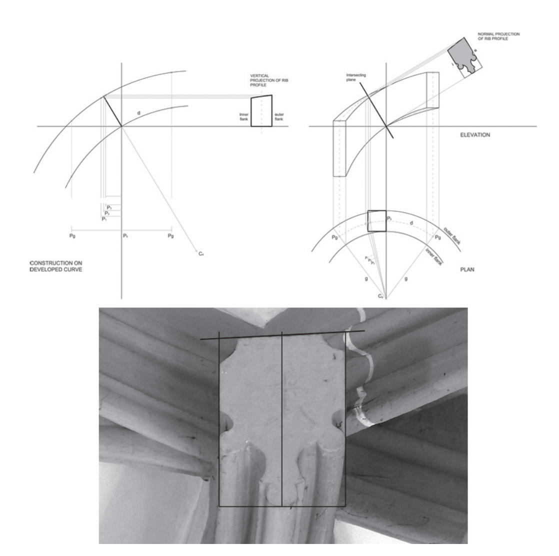


Figura 8
Distorsión del perfil del nervio debido a la definición con cilindros verticales. (D. Wendland, M. Aranda, M. J. Ventas)

La cuestión de cuál de las dos maneras de definir el nervio prefirió Heilmann es difícil de responder. La interpretación de los resultados de la medición choca aquí con sus propios límites. Una comparación entre las piezas realmente existentes y los dos modelos anteriormente expuestos no lleva a ningún resultado claro, porque las diferencias entre modelo y objeto se encuentran dentro del límite de tolerancia a errores de medición y sobre todo de fabricación y montaje. En efecto, se perciben indicios a favor de las dos posibilidades.

A favor del modelo de traslación del perfil hablan las incisiones visibles en los cortes de los nervios interrumpidos. Son líneas auxiliares que durante la talla de la piedra permiten controlar la posición vertical de la plantilla. La desventaja de este procedimiento está en que el control de la forma solo se puede llevar a cabo en los extremos de la pieza, y en la parte intermedia hay que hacerlo a ojo. Esta podría ser la explicación de por qué en algunas dovelas de la Sala de Armas se observa una leve inseguridad en su forma. Hasta qué punto las esquinas superiores del perfil se desplazan hacia fuera, como debería suceder si se hubiese empleado este modelo, es dificil de constatar, porque el tramo vertical sin molduras es muy pequeño en relación a la altura total del perfil.

En la sacristía de Annaberg, por el contrario, es evidente que los laterales de los nervios están definidos por generatrices verticales, lo que habla a favor de la aplicación del segundo modelo (figura 9). En este caso, la elección del procedimiento sin desplazamiento de las esquinas superiores es casi obligada, dada la enorme complejidad de las claves: en un único bloque de piedra se encuentran siete nervios a diferentes alturas y con diferentes inclinaciones. Efectivamente, en los nervios cortados puede observarse con claridad la distorsión del perfil que este procedimiento de modelado conlleva (figura 8).

Debemos considerar la posibilidad de que ambos procedimientos se usaran simultáneamente, teniendo en cuenta que los inconvenientes que cada uno de ellos presentába en la teoría no tenían tanta relevancia para la práctica. Así, las dovelas ligeramente deformadas de la Sala de Armas podrían haberse trabajado con perfiles en las caras de las juntas, y como cilindros en el desarrollo intermedio. Con ello se lograría una precisión suficiente para tallar la dovela, pero sobre todo, sería compatible con métodos de definir la pieza a través de plantillas directas de sus superficies.

INDICIOS QUE APUNTAN AL USO DE UN PROCEDIMIENTO *PAR PANNEAUX*

En efecto, existen indicios que sugieren que el control de la forma de las piezas podría haberse efectuado por medio de una combinación de plantillas del

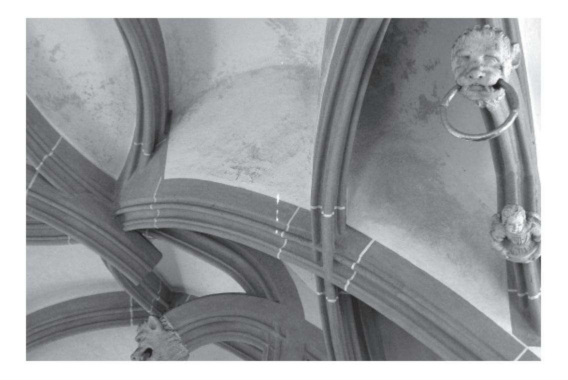


Figura 9
Bóveda de la sacristía de la iglesia de Annaberg. Cilindro de generatrices verticales, como muestra el láser en posición vertical. (Ventas/Wendland)

perfil y plantillas flexibles para los lados. Además de las observaciones anteriormente expuestas sobre Annaberg, hay algo más que habla a favor del uso de plantillas laterales cilíndricas: el esquema de distribución de las juntas. Estas están dispuestas de forma que la longitud de las piezas de los arcos combados sea siempre la misma para cada altura. Así, por ejemplo, las ocho dovelas que salen de los arranques (cuatro y cuatro simétricas) son todas igual de largas, y también lo son entre sí las ocho siguientes, aunque no iguales a las anteriores, y así sucesivamente. Esto podría responder al hecho de que esta estandarización de las piezas reduce el número de plantillas que preparar: con una sola plantilla se trabajan ocho dovelas. En los nervios diagonales, en los que por ser arcos planos de circunferencia las dovelas sí son intercambiables unas por otras, no se observa esta estandarización de las longitudes.

El uso de plantillas en los primeros tratados de estereotomía

El control de la forma de los nervios tardogóticos por medio de plantillas flexibles no está documentado ni tampoco disponemos de pruebas arqueológicas que lo atestigüen, pero el procedimiento es conocido a través de los tratados de estereotomía, sobre todo de los primeros escritos de este tipo, que son solo algo posteriores a las últimas obras del gótico tardío.

En los tratados de arquitectura de los siglos XVI al XIX que se ocupan de estereotomía, el canon de temas y tareas que se resuelven se mantiene llamativamente constante, aunque el modo de trabajo propuesto y la manera de resolver las tareas están sujetos a fuertes cambios según varía el contexto histórico y científico. El uso de plantillas, que se tematiza de manera exhaustiva en el tratado de arquitectura de Philibert de l'Orme (1567), así como en el escrito de Alonso de Vandelvira (1575), exclusivamente dedicado a la estereotomía, es un método de trabajo descrito en algunos tratados tempranos que pasa a un segundo plano en la literatura técnica posterior.

Veamos un ejemplo: las instrucciones para la construcción de un arco en una pared cilíndrica. Esta es una de esas tareas que forman parte del canon. De L'Orme la denomina «voute sur une tour ronde», y Vandelvira, «arco en torre cavada y redonda».

Philibert de l'Orme nos muestra en una figura las cuatro plantillas necesarias para la realización de una única dovela: una plantilla para el intradós, *paneau de doyle par dessous,* otra para el extradós, *paneau de doyle par desus* y dos para las juntas, *paneaux de ionct* (o *saltarreglas* según Vandelvira). De L'Orme acompaña esta lámina con seis páginas de texto que explican cómo se trasladan las medidas a dibujos auxiliares. Sin embargo, la complicada nomenclatura usada dificulta la comprensión. Vandelvira por el contrario obtiene, en el mismo folio y con una explicación rápida, prácticamente todas las plantillas necesarias para el desarrollo completo de la *tour ronde* (a excepción de las aristas de los extradoses, no incluidas para mantener la lámina despejada).

La obtención general de las plantillas necesarias para la construcción de los arcos se realiza a partir del abatimiento en planta de las superficies delimitadoras de la dovela, usando los ejes de las juntas como charnelas. A partir de los vértices del alzado se trazan líneas perpendiculares a la línea de base que permiten ubicar en la planta las juntas del intradós y el extradós. Por medio de líneas paralelas a estas juntas se pueden trasladar las medidas reales de las superficies. Este método basado en tramas de líneas de referencia y en transferir directamente las dimensiones reales se puede emplear ya sea en un dibujo a escala, como ocurre en los tratados, ya sea en la traza a tamaño real.

Para trazar la plantilla del intradós de la *tour ronde* utiliza el método de abatimientos que acabamos de explicar y halla un punto intermedio en la arista de la dovela. En palabras de Vandelvira: «por ser en cercha es menester echar los medios de las dovelas con sus plomos para que vayan adulcidas las plantas y saltarreglas» (fol. 21v.). Una vez localizado este punto intermedio, consigue aproximarse a la curva buscada por medio de dos líneas (de junta a punto intermedio y de punto intermedio a junta), lo que pone en evidencia que efectivamente lo que vemos en el dibujo son plantillas que usará curvándolas, y no proyecciones, ya que si así fuera, utilizaría la distancia directa entre junta y junta. La curva en la realidad está definida por la intersección de dos cilindros, uno horizontal y uno vertical, pero esta construcción qu utiliza la interpolación de un punto es una manera rápida y práctica de conseguir una aproximación más que válida a las longitudes y formas de la curva real.

En el texto, Vandelvira hace además una aclaración a una pregunta que le puede surgir al lector al estudiar el dibujo: «Dirás ahora cómo, siendo el arco torre cavado y torre redonda, las plantas van al contrario que las primeras, van redondas a la parte del torre cabo y a la parte del torre redondo van cavadas; a lo cual has de saber que el mucho capialzado que las primeras capialzan les hace hacer este efecto» (fol. 22r.). Según se ve en la lámina, las curvaturas de algunas de las plantillas son contrarias a las de la dovela correspondiente en la planta (donde la planta es cóncava, la plantilla es convexa, y viceversa). Esto es especialmente evidente en el caso de la primera dovela, y es debido a que el arco arranca verticalmente («mucho capialzado»); por tanto también la plantilla tiene que empezar con una tangente perpendicular a la línea de la junta de la imposta, y continuar después con una curva que pase por los puntos obtenidos mediante la construcción de plomos y paralelas (figura 11). Si se tratara de una plantilla de la proyección plana del intradós, no arrancaría de la imposta de manera perpendicular, podemos por tanto concluir que se trata de una plantilla flexible de la superficie sin proyectar.

Obviamente, las dovelas no se pueden tallar solo con plantillas flexibles, ya que primero hay que conseguir algunas superficies donde apoyarlas. Por lo tanto se debe empezar el trabajo excavando material del bloque inicial guiándose con el baivel, instrumento que Vandelvira explica en su introducción (folio 4v).

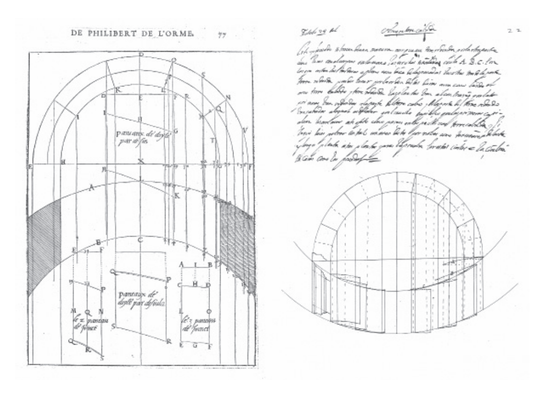


Figura 10
Planeamiento del corte de la piedra con elaboración de plantillas para un arco semicircular en una pared cilíndrica (*tour ronde*), según De l'Orme (fol. 77r.) y Vandelvira (fol. 22r.)

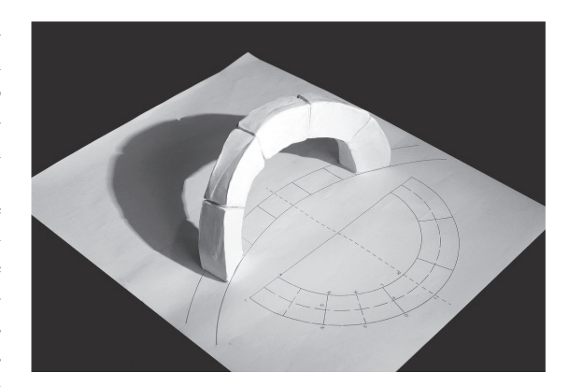


Figura 11
Modelo para simular la talla de las dovelas de la *tour ronde* de Vandelvira. (M. Aranda)

Conclusión. ¿Arcos combados *par panneaux*?

Es un hecho que la producción de las plantillas para la *tour ronde* no está libre de problemas, pues la construcción de curvas que, a diferencia de los arcos de doble curvatura del gótico tardío, sí resultan de la intersección de dos cuerpos euclídeos (dos cilindros, uno mayor de eje vertical y otro menor de eje horizontal) requiere un esfuerzo considerable. Como acabamos de ver, Vandelvira obtiene las curvas interpolando puntos entre las fugas, lo que deja dudas respecto a la exactitud de este método. Posteriormente, otros métodos basados en proyección de las curvas sustituirán al método *par panneaux* (ya para Derand parece que este método se había quedado obsoleto) permitiendo una adecuación mayor a este tipo de piezas.

En el caso de que Jacob Heilmann hubiese utilizado plantillas flexibles para sus arcos combados, no habría tenido que enfrentarse al problema que acabamos de mencionar: las curvas son directas, no habría tenido que elaborar métodos de interpolación de puntos para construir las plantillas más o menos aproximadamente, sino que habría podido definirlas con los mismos segmentos de circunferencia con los que definió el proyecto entero. Por tanto, *par panneaux* no es solo un método por el que las curvas se transmiten de una manera sencilla y cómoda, sino que es un procedimiento que funciona mejor para geometrías de nervios tardogóticos que para los ejemplos didácticos que encontramos en los primeros tratados sobre estereotomía. Podría incluso tratarse de un mé-

todo cuyo empleo fue habitual en el gótico tardío, que, aunque no óptimo, continuó usandose como vestigio de las décadas anteriores cuando se introdujo el nuevo lenguaje *a la antigua*, para ser sustituido poco a poco por métodos más coherentes con este (lenguaje). Podríamos entonces afirmar que, después de todo, las habilidades espaciales de un Philibert de l'Orme o un Alonso de Vandelvira se desarrollaron a partir de los magníficos logros en el campo de la geometría práctica que tuvieron lugar durante el gótico tardío.

Agradecimientos

La investigación ha sido llevada a cabo dentro del proyecto ERC Starting Grant «Design Principles in Late-Gothic Vault Construction – A New Approach Based on Surveys, Reverse Geometric Engineering and Reinterpretation of the Sources» financiado por el Consejo Europeo de Investigación (ERC) (European Union's Seventh Framework Programme / ERC grant agreement n° 284373).

Agradecemos a Marta Ventas Sierra la corrección y revisión de estilo del texto.

Nota

1. Esto pudo observarse en la modelación de los nervios para la reconstrucción de la bóveda de la capilla del Palacio de Dresde. Colaboración con Jan Fleischer, Anwand Architekten, 12.01.2011.

Referencias

Aranda Alonso, María. 2015. «Alonso de Vandelvira y Philibert de l'Orme: Dos tratados, dos maneras». *BSAA Arte* (aceptado).

Coenen, Ulrich. 1990. *Die spätgotischen Werkmeisterbücher in Deutschland*. München: Scaneg.

Derand, François. 1643. *L'architecture des voutes …* Paris: S. Cramoisy.

L'Orme, Philibert de. [1648] 1988. *Philibert de L'Orme: Traités d'architecture*. Paris: L. Laget.

Müller, Werner. 1976. «Das Weiterleben gotischer Überlieferungen in der oberdeutschen Steinmetzlehre vom endenden 16. bis 18. Jh». *Technikgeschichte* 43.

Müller, Werner. 1990. «Naturwerkstein in der Denkmalpflege: die figurierten Rippengewölbe der deutschen Spätgotik». En *Geschichte des Konstruierens IV – Wölbkonstruktionen der Gotik*, ed. por R. Graefe y J. Tomlow, 1:123-141. Stuttgart/Tübingen: SFB 230.

Müller, Werner. 2002. *Steinmetzgeometrie zwischen Spätgotik und Barock*. Petersberg: M. Imhof.

Müller, Werner y Norbert Quien. 2005. *Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und böhmisch-sächsischen Spätgotik*. Petersberg: M. Imhof.

Muk, Jan. 1990. «Die Gewölbe des Benedikt Ried». En *Geschichte des Konstruierens IV*, *Wölbkonstruktionen der Gotik*, ed. por R. Graefe y J. Tomlow, 1:193-205. Stuttgart/Tübingen: SFB 230.

Nußbaum, Norbert. 2014. «Unikat oder Serie? Zur Strategie gotischer Bauproduktion». En K. Schröck y D. Wendland, ed., *Traces of Making. Entwurfsprinzipien von spätgotischen Gewölben / Shape, Design and Construction of Late Gothic Vaults*, 49-55. Petersberg: M. Imhof.

Nußbaum, Norbert y Sabine Lepsky. 1999. *Das gotische Gewölbe: Eine Geschichte seiner Form und Konstruktion*. Darmstadt: Deutscher Krustverlag.

Palacios Gonzalo, José C. 1990. *Trazas y cortes de cantería en el renacimiento español*. Madrid: Ministero de Cultura.

Palacios Gonzalo, José C. 2009. *La cantería medieval: La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Lería.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Sanabria, Sergio Luís. 1989. «From Gothic to Renaissance Stereotomy: The Design Methods of Philibert de l'Orme and Alonso de Vandelvira». *Technology and Culture* 30: 266-299.

Vandelvira, Alonso de. 1977. *El tratado* ... [Libro de traças de cortes de piedras]. ETSAM, Ms. R10, facs. ed. G. Barbé-Coquelin de Lisle. Madrid: Castalia.

Wendland, David. 2012. «Arches and Spirals: The Geometrical Concept of the Curvilinear Rib Vault in the Albrechtsburg at Meissen and Some Considerations on the Construction of Late-Gothic Vaults with Double-Curved Ribs». En R. Carvais et al., ed., *Nuts and Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society*, 1:351–57. Paris: Picard.

Wendland, David. 2014. «Reverse Engineering und Experimentelle Archäologie – Forschungen zu Bau, Planungsprinzipien und Entwurfskriterien spätgotischer Zellengewölbe». En K. Schröck y D. Wendland, ed., *Traces of Making. Entwurfsprinzipien von spätgotischen Gewölben / Shape, Design and Construction of Late Gothic Vaults*, 10-37. Petersberg: M. Imhof.

Wendland, David. 2015. «Rückwärts und vorwärts – Planen und Bauen als Mittel der Archäologie». En A. Schwarting, ed., *Koldewey-Gesellschaft: Bericht über die 48. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung in Erfurt 2014*. Dresden: Thelem (en impresion).

Wendland, David, María Aranda Alonso, y Alexander Kobe. 2014. «The Vault with Curvilinear Ribs in the Hall of Arms in the Albrechtsburg Meissen: Studies on the Concept, Design and Construction of a Complex Late Gothic Rib Vault». En *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society*, ed. por J. Campbell et al., 459-468. Cambridge: Queens' College.
Wendland, David y María José Ventas Sierra. 2010. «Zum Bau figurierter Gewölbe – eine Anleitung im Werkmeisterbuch des Rodrigo Gil de Hontañón». En S. Bürger, B. Klein y K. Schröck, ed., *Werkmeister der Spätgotik: Personen, Amt und Image*, 244–72. Darmstadt: WB.
Wendland, David y María José Ventas Sierra. 2013. «Diseño de la cáscara de ladrillo en la reconstrucción de la bóveda de la capilla del Palacio de Dresde: un intento de recuperación del olvidado arte de construir bóvedas tardogóticas». *Informes de la Construcción*, 65.2013, No. extra 2, *Construcción Histórica en Piedra*, 49-63.

El monasterio de San Jerónimo de Cotalba (Valencia). Un laboratorio de técnicas de albañilería (ss. XIV-XVI)

Arturo Zaragozá Catalán
Rafael Marín Sánchez

La arquitectura valenciana correspondiente al tránsito entre la Edad Media y la Edad Moderna constituyó un importante campo de experimentación que contribuyó activamente a la renovación de los sistemas constructivos, con un creciente protagonismo de la albañilería. A pesar de la escasez documental, en los últimos años se han podido identificar y datar importantes innovaciones tecnológicas a través del estudio de algunos edificios singulares, que parecen haber servido de «laboratorio» y motor del proceso gracias a la iniciativa de sus promotores y/o del ingenio de los maestros de obra que intervinieron.

El antiguo monasterio jerónimo de Cotalba situado en el término de Alfauir, cerca de Gandía, en la provincia de Valencia, es un edificio cuyo interés historiográfico ha sido poco divulgado. El hecho de que, hasta hace pocas fechas, tuviese restringida su visita completa unido a la pérdida de la documentación de archivo y la, hasta ahora, escasa consideración de las obras de albañilería frente a las de cantería, han dificultado durante años su puesta en valor en el contexto tecnológico hispano. No obstante, la abundancia de bóvedas tabicadas de temprana factura; la presencia de arcos formeros y cruceros aplantillados con gruesos tendeles o juntas de mortero; los caracoles y tracerías de yeso estructural y las diferentes fábricas de tapia, además de su excelente conservación y el escrupuloso respeto mostrado por sus propietarios hacia la autenticidad del edificio, le convierten en una pieza clave para comprender la evolución de las técnicas constructivas entre los siglos XIV y XVI.

Por supuesto, el edificio conserva otros valores históricos, artísticos y patrimoniales. Está situado en un bellísimo entorno; fue sepulcro de los Aragón, duques *reales* de Gandía; fue tutelado por la familia Borja, que dejó una asombrosa muestra de escultura del arte de 1500 y albergó un importante patrimonio mueble ahora disperso. Pero esta comunicación se ocupará únicamente de algunas propuestas técnicas que aportan datos imprescindibles para comprender el posible origen y evolución de soluciones tan relevantes como las fábricas de gruesos tendeles, los abovedamientos tabicados o el uso de prefabricados de yeso en crucerías y escaleras.

El conjunto monástico

La orden jerónima surgió a finales del siglo XIV como agrupación, bajo una regla común, de conjuntos de ermitaños que hasta ese momento habían vivido en un entorno próximo pero sin formar una comunidad religiosa. El movimiento eremítico dentro de la península Ibérica tuvo como resultado la aparición de varios focos de ermitaños, documentados a partir de mediados del siglo XIV: El Castañar, Guisando, La Plana de Jávea, San Mateo, la Murta en Alcira, etc. En octubre de 1374 se procedió a la fundación solemne del primer monasterio de la Corona de Aragón, entre Denia y Jávea, en una llanura cercana al mar, San Jerónimo de la Plana, situada bajo el monte Montgó.



Figura 1
Vista aérea del monasterio. Foto Generalitat Valenciana

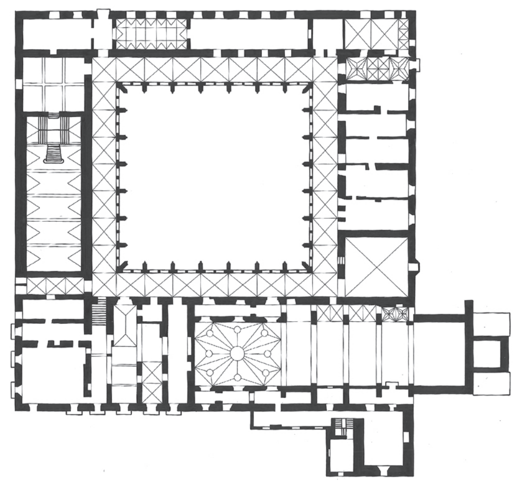


Figura 2
Plano de la planta baja del monasterio según Fernando Mut

El monasterio de la Plana, fue asaltado en 1386 por piratas berberiscos y sus monjes fueron hechos cautivos. Alfonso de Aragón, duque de Gandía y hermano del obispo de Valencia, Jaime de Aragón, pagó su recate, liberó a los monjes, y les concedió un nuevo solar cerca de Gandía, alejado de la costa. Dos años después, los monjes se asentaron en Cotalba, y tras recibir el permiso episcopal, comenzaron a construir el nuevo monasterio. San Jerónimo de Cotalba fue la casa a la que deben filiación el resto de los monasterios jerónimos de la Corona de Aragón en su etapa fundacional.

El Real Monasterio de San Jerónimo de Cotalba fue definitivamente fundado en 1388 por Alfonso de Aragón «el Viejo» (1332-1412), duque de Gandía, conde de Ribagorza y de Denia, marqués de Villena, Condestable de Castilla, hijo del infante Pedro (que se retiró del mundo como franciscano) y nieto del rey Jaime II. El solar estaba ocupado por una antigua alquería musulmana con el mismo nombre. Su situación privilegiada, en una suave loma a 90 metros sobre el nivel del mar, le garantizaba protección frente a las incursiones corsarias al tiempo que permitía una excelente comunicación con las principales ciudades del reino a través del camino real que unía Denia y Gandía con Játiva. Durante cuatro siglos gozó de numerosos privilegios reales. Monarcas como Martín «el Humano», Alfonso «el Magnánimo», Fernando «el Católico» o Felipe II, le concedieron abundantes rentas, señoríos, censos, heredades y prerrogativas y pusieron a su servicio a los más importantes maestros y escultores de su tiempo. Más allá de estas concesiones cabe destacar para la época inicial del monasterio el especial papel que tuvieron los reyes de Aragón en la divulgación por sus estados de algunas novedades constructivas como las bóvedas tabicadas, impulso que pudo ser imitado por sus familiares (Zaragozá 2012; Zaragozá y Pérez de los Ríos 2014b).

Las dependencias del monasterio encajan en una planta sensiblemente cuadrada, ordenándose alrededor de un claustro. La cabecera de la iglesia conventual, el atrio porticado de la iglesia y la torre campanario, situada en el ángulo sureste del recinto, representan la única excepción. El acceso se produce actualmente a través de un profundo corredor que atraviesa el pabellón meridional. Este es un volumen de tres plantas muy transformado en el siglo XVIII que sirve como fachada principal del monasterio.

El claustro, de dos niveles, es el elemento que vertebra el compacto complejo monástico. En el claustro inferior tres de sus tramos fueron edificados en el periodo inicial mientras que la panda septentrional podría pertenecer a un momento posterior. Su configuración es prácticamente cuadrada. Las pandas de los flancos sur y norte tienen 37 metros de longitud



Figura 3
Galería meridional del claustro bajo. Vista general

por los 36 metros de sus opuestas. Cuenta con siete tramos por lado cubiertos con bóvedas de crucería simple formadas mediante un curioso aparejo de ladrillo. Los arcos de crucería más antiguos fueron tendidos mediante ladrillos aplantillados con gruesos tendeles de mortero de cal. Arrancan de voladas ménsulas de piedra y convergen en claves también de la misma piedra caliza decoradas de manera alterna con las armas del fundador, la efigie de San Jerónimo y la de San Luis de Anjou (un antepasado del duque Alfonso). Las crucerías de la panda septentrional, más tardías o reconstruidas, carecen de la finura de las iniciales. Fueron realizadas también con ladrillos aplantillados, pero se usaron piezas achaflanadas que contrastan con los perfiles moldurados en doble baquetón de los más antiguos. Este claustro da acceso, entre otras piezas, a la iglesia, a la sala capitular, al refectorio, a la cocina y a las escaleras de acceso a la planta superior.

La iglesia está situada en el pabellón sur y cuenta únicamente con accesos laterales: uno desde el exterior, recayente al lado de la epístola, y otro que comunica con el interior monacal a través de un paso existente en el claustro. Su eje principal está orientado, por tanto, de oeste a este. Es de planta rectangular, de proporción 3:1 y cabecera plana (Zaragozá e Ibáñez 2012a). Cuenta con un gran coro elevado que apea sobre una llamativa bóveda aristada de ladrillo sobre el nártex y se cubre con una espectacular bóveda tabicada que imita una crucería de nueve claves. La iglesia actual es el resultado de varias remodelaciones. Noticias documentales informan que en 1613 se cubrió el presbiterio con una bóveda vaída. Entre 1683 y 1704 el maestro Francisco Padilla añadió el trasagrario, una pequeña estancia dotada con exuberante decoración barroca cerrada por una media naranja con un gran lucernario. Finalmente, en 1762, fueron suprimidas las cubiertas originales y recrecidos los muros de la nave para facilitar el tendido de una bóveda tabicada de cañón con lunetos, sobre un entablamento clasicista, que dotase de mayor monumentalidad y luminosidad al templo. La cabecera inicialmente pudo cubrirse con una bóveda de crucería ya que una clave de bóveda con el escudo de los duques reales está reutilizada, a modo de emblema, sobre la entrada. La nave pudo cubrirse con madera como era habitual en la época.

El aula capitular recae junto a la iglesia, en el tramo meridional. Está cubierta con una bóveda de crucería simple con nervios aplantillados de ladrillo similares, técnica y cromáticamente, a los tendidos en los tramos iniciales del claustro. Esta estancia se comunica con la planta superior mediante una escalera de caracol con tracerías caladas construida en yeso estructural.

Además de las estancias ya señaladas, también se emplazan en este nivel el refectorio antiguo, inmediato al aula capitular; el nuevo refectorio, edificado a finales del siglo XVI o comienzos del XVII en el tramo occidental; la antigua celda prioral, flanqueada por el archivo y la biblioteca, en el extremo norte del claustro oriental; y la antigua cocina y sus dependencias anexas, emplazada desde comienzos del siglo XV en la parte baja de la pequeña torre edificada en el ángulo suroeste. Esta última se cubre con una gran bóveda tabicada de arcos cruzados y lunetos en el perímetro, que asemeja una versión tabicada de la bóveda de la capilla mayor de Santiago de Orihuela. Fue construida en 1574 por el maestro Batiste Abril (Gómez-Ferrer 2003, 147).

El claustro superior está todo él resuelto con bóvedas de crucería con cascos tabicados. Se distinguen al menos tres fases de construcción por las diferencias técnicas y morfológicas que acusan tanto los vanos como las crucerías de sus tramos. Sus galerías dan acceso a las celdas individuales de los monjes y



Figura 4
Bóveda tabicada de la cocina (1574)

a los aposentos de los duques de Gandía. Actualmente se accede a este claustro mediante una escalera de dos tramos situada en el corredor meridional. La escalera noble estaba situada en la galería norte. Era de caja, de tres tramos, y desembocaba al inicio de la galería este del claustro superior mediante una espectacular portada formada por dos arcos cortina apeados en una columna entorchada, flanqueados por leones tenantes del escudo de la duquesa (Borja) regente María Enríquez, y decorados con esculturas de excelente factura.

Las galerías meridional y oriental son las más antiguas, construidas a finales del siglo XV, como indican sus vanos dobles, cerrados con arcos conopiales, y la materialidad de sus bóvedas. Las del tramo meridional tienen cruceros de ladrillo aplantillado revestidos de yeso que arrancan de ménsulas pétreas decoradas. Los arcos del corredor oriental parten de ménsulas de piedra formadas por ángeles tenantes de las *Arma Christi* y se cierran con claves del mismo material e intención iconográfica. Todo ello realizado con la mejor escultura de la época. Los tramos septentrional y occidental, seguramente obra del siglo XVIII, presentan ménsulas de gusto clasicista. En este caso los nervios de las bóvedas parecen postizos de yeso, ejecutados con posterioridad a sus cascos tabicados, que fueron reforzados con fajas por el trasdós.

Los nervios de ladrillo aplantillado y las fábricas con gruesos tendeles de mortero

La vistosa solución de ladrillo aplantillado con gruesos tendeles de mortero de cal empleada en las crucerías del claustro bajo y de la sala capitular representan el antecedente más temprano (ca. 1380-1400) de esta variante técnica en Valencia, donde el uso de nervios aplantillados de ladrillo fue excepcional. Por otra parte el inusitado contraste producido por el rojo y blanco de ladrillos y tendeles de las crucerías carece de paralelismos en la tradición levantina hispana, más allá de los próximos y coetáneos ejemplos de Font d'En Carroç y Palma de Gandía que, sin duda, son dependientes de las experiencias realizadas en el monasterio. Otra fábrica de importancia en Valencia, dependiente de las experiencias de Cotalba por el aparejo radial del ladrillo con arcos apuntados, son las atarazanas del Grao de la mar.

Aunque según Araguas (2003, 70) en los reinos de Castilla y Aragón se utilizaron nervios de ladrillo desde el siglo XIII, en Valencia dicha solución no se encuentra antes de 1400. Es sabido que en tierras aragonesas se adoptaron desde épocas tempranas los nervios cerámicos aplantillados, como en Santa María de Tobed (1356-1385) o en San Félix de Torralba de

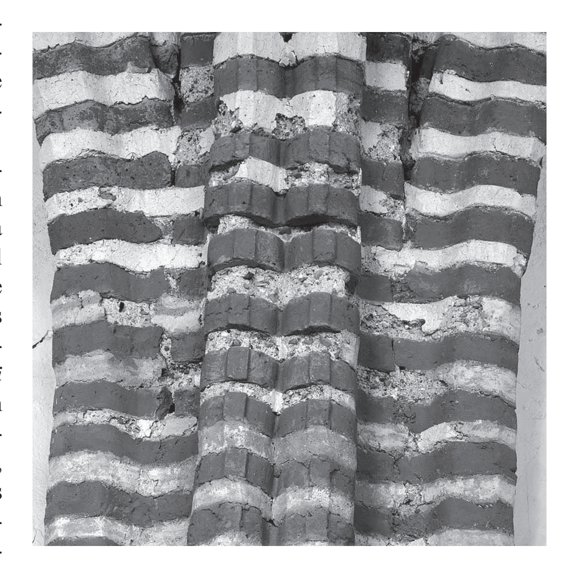


Figura 5
Detalle de los nervios del claustro bajo



Figura 6
Muro de la iglesia de Palma de Gandía

Ribota (1367-1410), pero allí los ladrillos están tomados con yeso, la opción más común en aquel reino, mientras que en Cotalba se usó la cal. El uso de fábricas de ladrillo con gruesos tendeles de mortero no se redujo a la construcción de arcos. Muros y pilares siguieron la misma configuración en el monasterio. Esta técnica se divulgó por toda la geografía valenciana siendo frecuente hasta finales del siglo XVII.

El origen de esta peculiar disposición técnica puede ponerse en relación con el hecho de que las primeras construcciones de la orden de San Jerónimo se decantaron por la introducción de un lenguaje aljamiado. Así ocurre en los monasterios de Guadalupe en Cáceres, San Isidro del Campo en Santiponce en Sevilla, o Santa Engracia en Zaragoza. Esta predilección suele hacerse derivar del trabajo de los alarifes mudéjares. En el caso de Cotalba es difícil mantenerlo ya que las tradiciones constructivas andalusíes en la zona se reducen a la tapia de tierra o de argamasa sin uso de ladrillos. La documentada presencia de mano de obra musulmana en la obra parece reducirse a la fabricación de argamasa en lo que eran expertos. Acaso pueda encontrarse cierto paralelo entre la obra de Cotalba y la de San Isidoro del Campo, donde se construyen arcos apuntados de ladrillo aplantillado con juntas amplias, colores contrastados y aparejo radial en los arcos apuntados.

No obstante, el uso combinado de gruesos tendeles de argamasa y la acentuada bicromía sugieren otras vías de llegada distintas a las aljamiadas de tradición andalusí, inexistentes por otra parte en la región. Estas disposiciones acaso procedan de la relectura de fábricas similares en el mundo medieval tardorromano y bizantino. Al respecto no habría que pensar en huellas arqueológicas de la conocida presencia de esta civilización en el sureste peninsular durante la Alta Edad Media. Habría que considerar, mas razonablemente, el indudable ámbito de intercambio que representó el Mediterráneo para una Corona tan dinámica como la Aragonesa, con presencia por aquellas fechas en lugares muy diversos desde el punto de vista cultural y tecnológico. Cabe recordar que durante los años de la fundación del monasterio de Cotalba el rey Pedro el Ceremonioso, de quien el duque Alfonso era primo y consejero, era duque de Atenas. Las fábricas de ladrillo con grandes tendeles eran las comunes en esta época en Atenas y en el Peloponeso. La bicromía en arcos es igualmente frecuente en el mundo oriental y en el italiano. Los aparejos radiales de ladrillo de arcos ultrasemicirculares y apuntados han sido también descritos en el ámbito tardorromano (Marta 1989).

Esta posible influencia bizantina en los sistemas constructivos valencianos parece entreverse también en otras propuestas cronológicamente muy próximas que, aunque han sido asociadas a una indeterminada tradición romana, resultan igualmente compatibles con dicha hipótesis. Es el caso de los hormigones de cal mezclados con ladrillos triturados tendidos sobre las plementerías tabicadas de la parroquial de los Santos Juanes de Valencia (1368) para la formación de pendientes de sus cubiertas planas (Estellés 1986), solución que coincide puntualmente con la descripción que ofrece Choisy ([1883] 1997, 10) de los morteros bizantinos para grandes espesores.

En este sentido, podría considerarse también como una actitud de relectura o renacimiento técnico de disposiciones constructivas de la antigüedad, el posible origen de la tapia valenciana. Esta es mucho más próxima conceptualmente a una fábrica romana que a una islámica. En este elemento, el paramento exterior actúa como superficie de encofrado y terminación, permite ahorrar ladrillos y, además, el grosor de los lechos se adapta a la composición del núcleo para hacer compatibles las deformaciones de sus estratos. De hecho, en Valencia, no se han localizado vestigios

de esta técnica anteriores a la segunda mitad del siglo XIII (Martella 2014).

Al margen de estas consideraciones, la disposición de las crucerías del claustro bajo podría haber prefigurado a su vez otra innovación: el uso de dovelas prefabricadas de yeso para la formación de las crucerías con técnicas a medio camino entre la albañilería y la cantería. Esta solución, surgida tal vez en Játiva en los umbrales del siglo XV (Marín 2014, 401), podría justificarse como un intento de agilizar el proceso de ejecución de las nervaduras de albañilería ahorrando ladrillos y mejorando a la vez la calidad de su terminación.

Se da por hecho que la formalización de las nervaduras de ladrillo implicaba irremediablemente su aparejo pieza a pieza sobre una cimbra, sin embargo, existen evidencias documentales y arqueológicas que lo refutan (Marín 2014, 402). En ocasiones se usaban moldes vaciados en yeso con ladrillos introducidos en su núcleo, es decir, se fabricaban dovelas de yeso con un alma de ladrillo para ser puestas en obra como si fuesen piezas de cantería. Esta solución ha sido identificada en los cercanos monasterios de Santa Clara (ca. 1415) y en el de Santo Domingo de Játiva (inicios del s. XV) en fechas tempranas y próximas a su antecedente de Cotalba. Durante las sucesivas fases de construcción de estos complejos la variante evolucionó reemplazando los ladrillos por mampuestos en beneficio de las secciones macizas de yeso (Marín 2014, 403).

Las bóvedas tabicadas y la bóveda de la torre de las campanas

Cabe recordar que Cotalba se encuentra a pocos kilómetros de Játiva, donde se encuentran las bóvedas tabicadas más antiguas conocidas hasta ahora (Zaragozá 2012). A su temprana presencia en el diseño general del monasterio hay que añadir, en este caso, que los plementos tabicados se apearon también en nervios de ladrillo.

En este contexto cobra interés la bóveda del cuerpo superior de la torre de las campanas. Situada en la fachada sur, es uno de los elementos más interesantes del monasterio. Debió ser concebida con función defensiva y construida en una sola fase, lo que justificaría la ausencia inicial de huecos en su parte inferior y el almenado superior. Solo el cuerpo de campanas tiene aberturas formadas por potentes vanos rematados con arcos apuntados.



Figura 7
Bóveda del cuerpo de campanas de la torre

Su planta es perlongada, de unos 9x11 metros de lado. La caña fue construida con una fábrica de mampostería encofrada en su tercio central reforzada con amplios encadenados de sillería en los ángulos. El muro del cuerpo de campanas, realizado con la técnica del *emplectum*, está revestido exterior e interiormente con fábricas de sillería. Todos los sillares de la torre son de similar naturaleza y dimensiones.

La bóveda del cuerpo de campanas aparenta una bóveda aristada de ladrillo con un peculiar e infrecuente aparejo en cola de golondrina carente de nervios. No obstante, mirando atentamente se comprueba que fue construida como una bóveda de crucería con nervios pétreos. Los cruceros, que han perdido todas sus dovelas desde los salmeres hasta la clave, tenían forma de baquetón poligonal. Solo se conservan sus arranques, que parten desde una sencilla ménsula con apariencia de terminación redondeada del propio nervio. Los cascos son aparejados de ladrillo a tizón, de pie y medio de espesor, con sus hiladas dispuestas en cola de golondrina. Presentan gruesos tendeles y el mortero, probablemente de cal, prácticamente envuelve los ladrillos por su intradós debido a que fueron ejecutados, como si de una fábrica de tapia se tratase, sobre un encofrado perdido tabicado de dos hojas.

De esta cimbra tabicada solo se conservan algunas piezas adheridas en los encuentros con los muros oriental y septentrional, aunque suficientes para identificar su disposición y aparejo. Las dos hojas tabicadas fueron tendidas con la soga del ladrillo orientada según la directriz del cañón apuntado. En ambas, las juntas equidistan medio pie, si bien, evidenciándose un leve cruce de las hiladas para evitar la superposición de los tendeles de ambas hojas. No parece que la bóveda tabicada fuese revocada por su intradós.

El uso de tabicados como encofrado perdido de una bóveda a rosca ya fue identificado en la cripta de la sala capitular (1329-1336) del antiguo convento de Santo Domingo de Játiva (Zaragozá 2012, 17) y, posteriormente, se ha tenido noticia de otras análogas. La solución, por tanto, ofrece pistas sobre uno de los posibles orígenes de las bóvedas tabicadas.

Cabe recordar el paralelismo funcional entre estas soluciones tempranas y los antecedentes imperiales romanos descritos por Choisy. Aunque en Valencia, a diferencia de aquellos, los tabicados usados como cimbras son auto sustentantes, en ambos casos soportan el tendido de un potente trasdosado. En el episodio valenciano, en este caso, es una bóveda aparejada de ladrillo, en otros, un relleno de argamasa aligerada a la manera romana.

Las bóvedas aristadas de albañilería

Llamamos bóvedas aristadas a aquellas que se ordenan a partir de unas aristas que han sustituido el lugar y la función de los arcos cruceros de las bóvedas de crucería. Como éstas pueden ser simples o con terceletes. Se distinguen de las bóvedas de crucería en que carecen de nervios y hacen lo propio con las bóvedas de arista clásicas en que no están formadas por el cruce perpendicular de dos bóvedas de cañón de igual flecha. En las bóvedas aristadas los plementos son superficies de doble curvatura, similares a los existentes en las bóvedas de crucería góticas.



Figura 8
Bóveda aristada tendida sobre una escalera del claustro alto

El monasterio de Cotalba cuenta con la mayor colección conocida de bóvedas aristadas de albañilería del cuatrocientos y del quinientos valenciano. Estas bóvedas adoptan muy diversas configuraciones. Las que sostienen y cierran el coro bajo combinan la arista simple con la de cinco claves o centros. Otras situadas en la planta superior utilizan también la bóveda de cinco centros pero sin centro polar, o combina las aristadas con lunetos. Especialmente curiosos es el pasillo formado por una sucesión de bóvedas aristadas de planta cuadrada. Dato de interés es la presencia documentada de Francesc Martí Biulaigua, el más famoso maestro en albañilería del cuatrocientos valenciano, quien, con su hijo Galcerà, carpintero y albañil, percibió 25 libras el 13 de septiembre de 1479 (Gómez-Ferrer et al. 2009, 113).

Asimismo, el monasterio posee una decena de portadas de yeso vertido en tapia y tallado con gubia de



Figura 9
Bóvedas aristadas. Corredor de acceso a las celdas del tercer nivel

creciente grado de complejidad e interés. Sin duda, la más importante es el ejemplar, flanqueado con dos leones, situado en el ángulo suroriental del sobreclaustro. El elemento, realizado con técnicas mixtas de cantería y albañilería, está rematado por dos arquerías mixtilíneas concurrentes en un parteluz. Estas arrancan de unas ménsulas pétreas decoradas con ángeles y se encuentran sobre una columna torsa de piedra. La irregular factura de sus molduras apunta hacia la elaboración con terrajas y la convivencia de dos materiales asociados a dos oficios bien diferenciados —cantería y albañilería— sugiere la natural convivencia de ambos bajo el indiscutible mandato de los canteros, como ha quedado patente en otras obras suntuarias del antiguo reino de Valencia abordadas en el tránsito hacia el siglo XVI.

Los caracoles de yeso

Ya se ha citado anteriormente la novedosa presencia en tierras valencianas de la escalera de caja que accedía a la galería de las *Arma Christi*. Otras dos escaleras de excepcional interés en el monasterio son los dos caracoles de ojo abierto fabricados con yeso que se localizan en la sala capitular y en las dependencias de la torre sudoeste. Esta última es un caracol de ojo abierto de unos siete palmos valencianos de diámetro (palmo de 22,65 cm) que comunica diferentes estancias secundarias del monasterio próximas a la iglesia.



Figura 10
Portada mixta de yeso y piedra. Ángulo suroriental del sobreclaustro



Figura 11
Caracol de la torre suroeste

Arranca desde una crujía anexa al vestíbulo o corredor de acceso y desemboca en la segunda planta del pabellón sur. El elemento se conserva en un buen estado relativo, pero las pérdidas de sección sufridas por los peldaños próximos a su desembarco, las grietas que los circundan y la información adicional proporcionada por una cámara termográfica permiten establecer una hipótesis sobre su proceso de ejecución que parece resultar igualmente válida para su análoga de la sala capitular.

Como desvela la figura doce, la escalera fue realizada con procedimientos mixtos, a medio camino entre la cantería y la albañilería, evidenciando la colaboración de ambos oficios. Para un óptimo control formal del intradós de la superficie helicoidal que define su desarrollo se recurrió a las estrategias de cantería. En lugar de dovelas al uso, se emplearon unas placas ligeras, prefabricadas de yeso, con forma de «L» y grosores mínimos de apenas dos centímetros, que garantizaban la precisa definición de la superficie del intradós y del frente lateral que formaliza el «ojo abierto» del caracol. Algunas juntas entre las piezas, orientadas en la dirección radial según la costumbre, se han abierto con el tiempo y otras han podido ser localizadas con ayuda de la cámara térmica, que las detecta por la leve diferencia de temperatura de sus materiales.



Figura 12
Caracol de la torre suroeste. Detalle de ejecución

Dichas placas debieron ser fabricadas mediante vaciados, un procedimiento propio de la albañilería. Para la preparación del molde quizás pudo recurrirse a la talla previa de un sillar de cantería que actuase de contramolde. Una vez montadas las piezas en obra, se definieron los peldaños mediante cinco hiladas de ladrillo dispuestos a tizón y cogidos con yeso por el trasdós de las placas.

En la escalera de la sala capitular, muy bien conservada, solo es posible intuir la presencia de estas

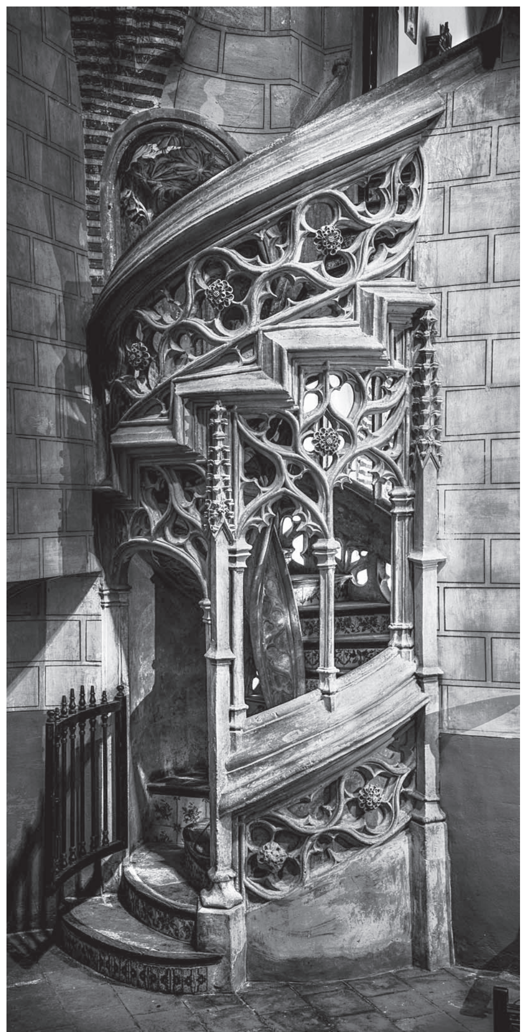


Figura 13
Caracol de la sala capitular. Foto Carlos Martínez (2015)

juntas con el apoyo de la cámara térmica. En su intradós, decorado con claraboyas talladas in situ una vez concluido el montaje, apenas se aprecian grietas significativas, más allá de algunos indicios, a distancias constantes, en los planos que configuran el «ojo abierto». De cualquier forma, las evidencias citadas solo permiten intuir el proceso constructivo de la superficie reglada que soporta los peldaños, pero se mantienen las dudas sobre la naturaleza de la tracería calada de yeso del antepecho. Las dimensiones del elemento invitan a pensar en la existencia de posibles refuerzos de madera enmarcando la tracería, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal. La columnilla que flanquea el acceso por la parte interior, algo más gruesa que el resto, podría contar con un montante ligneo en su interior que a su vez serviría de apoyo a dos hipotéticos travesaños de madera encargados de contrarrestar el empuje de la bóveda helicoidal. Análogamente, en el frente recayente al claustro, podrían existir otros travesaños de refuerzo coincidentes con el plano de asiento de la zanca y del pasamanos. En cualquier caso, las grietas existentes en los paños calados enmarcados por esta hipotética estructura en telar, dejan claro que las superficies intermedias, presumiblemente encajadas en el armazón de madera, son macizas de yeso, probablemente vertido in situ y tallado con posterioridad. Las dudas sobre algunos de estos aspectos tardarán en ser despejadas. Los datos que ofrece la tecnología actual, mediante ensayos no destructivos, no permiten ir mucho más allá.

Lista de Referencias

Araguas, Philippe. 2003. *Brique et architecture dans l Espagne Mediévale (XII-XV siècle)*. Madrid: Casa de Velázquez.

Catalá Gorgues, Miguel Ángel. 2015. *Monasterios valencianos*. En prensa.

Choisy, Auguste [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Editado por S. Huerta y J. Girón. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Estellés Ceba, Juan José. 1986. *Estudios Previos y Proyecto de Intervención en el Templo de los Santos Juanes de Valencia*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Galarza Tortajada, Manuel. 1996. «La Tapia Valenciana: una técnica construida poco conocida». En *Actas del primer congreso nacional de Historia de la Construcción*, 211-215. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gómez-Ferrer Lozano, Mercedes; Joaquín Bérchez; Arturo Zaragozá. 2009. *Llutxent. Monestir i Basilica dels corporals*, Generalitat Valenciana.

Gómez-Ferrer Lozano, Mercedes. 2003. Las bóvedas tabicadas en la arquitectura valenciana durante los siglos XIV, XV y XVI. En *Una arquitectura gótica mediterránea:* Vol. II, 135-150. Valencia: Generalitat Valenciana.

Marín Sánchez, Rafael. 2014. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI*. Tesis Doctoral Inédita. Valencia: Universitat Politècnica.

Marta, Roberto. 1989. *Tecnica Costruttiva a Roma nel medioevo.* Kappa.

Martella, Francesca. 2014. *La tapia valenciana. Estudio y caracterización en ejemplos destacados de edificios históricos*. Trabajo Final de Máster inédito. Valencia: Universitat Politècnica.

Zaragozá Catalán, Arturo y Javier Ibáñez Fernández, . 2014. «Hacia una historia de la arquitectura en la Corona de Aragón entre los siglos XIV y XV a partir de los testeros de los templos. Ábsides construidos, ábsides proyectados e ideales y ábsides sublimes». *Artigrama*, n.m. 29, 2014, pp. 261-303.

Zaragozá Catalán, Arturo y Carmen Pérez de los Ríos. 2014b. Bóvedas de crucería con enjarjes de nervios convergentes que emergen del muro en el área valenciana. Siglos XIV-XV (y 2). En *Bóvedas Valencianas. Arquitecturas reales y virtuales en época medieval y moderna*, 34-57. Valencia: Universitat Politècnica. Servicio de Publicaciones.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2009. «A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales». En *Anales de Historia del Arte*. Volumen Extraordinario nº 99: 99-133. Madrid: Universidad Complutense.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2010. Cuando la arista gobierna el aparejo: bóvedas aristadas. En *Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna*, 187-224. Valencia: Universitat de València.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2012. Hacia una historia de las bóvedas tabicadas. En *Construyendo bóvedas tabicadas. Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas*, 11-46. Valencia: Universitat Politècnica de València.


ISBN 978-84-9728-550-6
9 788497 285506